

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE SEMENTES**



Tese

**Competição de azevém e nabo, manejo de nitrogênio e
dessecação pré-colheita na produção de sementes de trigo**

Lizandro Ciciliano Tavares

Pelotas, 2015

Lizandro Ciciliano Tavares

**COMPETIÇÃO DE AZEVÉM E NABO, MANEJO DE NITROGÊNIO E
DESSECAÇÃO PRÉ-COLHEITA NA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE TRIGO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências (área do conhecimento: Ciência e Tecnologia de Sementes).

Orientador: Dirceu Agostinetto
Coorientador: Francisco Amaral Villela

Pelotas, 2015

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

T231c Tavares, Lizandro Ciciliano

Competição de azevém e nabo, manejo de nitrogênio e dessecação pré-colheita na produção de sementes de trigo / Lizandro Ciciliano Tavares ; Dirceu Agostinetto, orientador ; Francisco Amaral Villela, coorientador. — Pelotas, 2015.

111 f.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2015.

1. Triticum aestivum L. 2. Lolium multiflorum Lam. 3. Raphanus raphanistrum. 4. Herbologia. 5. Qualidade fisiológica. I. Agostinetto, Dirceu, orient. II. Villela, Francisco Amaral, coorient. III. Título.

CDD : 633.11

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

Lizandro Ciciliano Tavares

**COMPETIÇÃO DE AZEVÉM E NABO, MANEJO DE NITROGÊNIO E
DESSECAÇÃO PRÉ-COLHEITA NA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE TRIGO**

Tese aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutor em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 24 de Junho de 2015.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Dirceu Agostinetto (Orientador)

Prof. Dr. Francisco Amaral Villela (Coorientador)

Prof. Dr. Edinalvo Rabaioli Camargo

Dr. André Andres

Dr. Geri Eduardo Meneghello

Ofereço e dedico este trabalho a minha esposa e irmãos e em especial aos meus pais que não se contentaram em me presentear apenas com a vida, mas sim em abrir as portas para o meu futuro.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS por me conceder a vida e por guiar meus passos por onde é que eu vá; pela paz, amor e oportunidades que a cada momento o senhor me proporciona.

Ao meu Pai José Assis Costa Tavares e minha Mãe Ieda Terres Ciciliano pelo amor, força e por me ensinar que devemos acreditar em nossos sonhos.

Aos meus irmãos Luana Ciciliano Tavares e José Leandro Ciciliano Tavares pela torcida, carinho, auxílio e amizade.

À minha companheira, amiga, esposa e futura mãe dos meus filhos Anna Amélia Damasceno Cunha, pelo amor, companheirismo, incentivo, paciência e ensinamentos.

À Universidade Federal de Pelotas, a Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, em especial aqueles professores que contribuíram de forma positiva no meu desenvolvimento pessoal e na obtenção de novos conhecimentos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes UFPel/FAEM, pela possibilidade de realização do curso de Pós-Graduação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de estudos.

Aos integrantes do grupo de pesquisa em Fitossanidade “CEHERB – UFPel/FAEM” pela ajuda e dedicação para condução da presente pesquisa.

Aos amigos e colegas deste percurso André Pich Brunes, André Oliveira de Mendonça, Sandro Oliveira, Elisa Lemes e Cassyo de Araujo Rufino.

Ao professor Dirceu Agostinetto, pela orientação na realização deste trabalho, ao Professor Francisco Amaral Villela pela coorientação e pelas valiosas contribuições e inestimada dedicação.

A todas as pessoas que contribuíram na concretização deste trabalho.

*“Se teus projetos são para um ano, **SEMEIA UMA SEMENTE.**
Se são para dez anos, **PLANTA UMA ÁRVORE.**
Se são para cem anos, **INSTRUA O POVO.**
Semeando uma vez a semente, **COLHERÁS UMA VEZ;**
Plantando uma árvore, **COLHERÁS DEZ ANOS;**
Instruindo o povo, **COLHERÁS CEM VEZES.**
Se deres um peixe a um homem, **ELE COMERÁ UMA VEZ;**
Se o ensinares a pescar,
ELE COMERÁ A VIDA INTEIRA.”*

Kuan Tzu – Sábio Chinês, Século VII a.C.

Resumo

TAVARES, Lizandro Ciciliano. **Competição de azevém e nabo, manejo de nitrogênio e dessecação pré-colheita na produção de sementes de trigo**. 2015. 111f. Tese (Doutorado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

A competição de azevém e nabo e a estimativa de dano econômico de nabo na cultura do trigo, além de práticas de manejo como a dessecação em pré-colheita com herbicidas e aplicação de trinexapac-ethyl e nitrogênio são fatores que merecem atenção pela pesquisa, visto que influenciam diretamente a produtividade e a qualidade fisiológica das sementes. O trabalho teve por objetivo avaliar a produtividade e a qualidade fisiológica de sementes de trigo produzidas em competição com azevém e/ou nabo (experimento 1); quantificar a produtividade, a qualidade fisiológica e o resíduo em sementes de trigo após a dessecação com herbicidas (experimento 2); avaliar a produtividade e a qualidade fisiológica de sementes de trigo em competição com nabo e sob a aplicação de trinexapac-ethyl e nitrogênio (experimento 3); e, estimar o nível de dano econômico de nabo em competição com as cultivares de trigo BRS 328, BRS 177 e BRS Umbu (experimento 4). Para as pesquisas realizadas o delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, com exceção do ensaio 4 que utilizou uma repetição. O primeiro ensaio foi realizado com a cultivar BRS 177, o segundo com as cultivares BRS 177 e BRS Umbu, o terceiro com a cultivar BRS Guamirim e o quarto com as cultivares BRS 328, BRS 177 e BRS Umbu. As variáveis analisadas no experimento 1 foram número de antécios por espiga, número de sementes por espiga, peso hectolítrico, peso de mil sementes e produtividade. No experimento 2 avaliaram-se o peso de mil sementes, peso hectolítrico, número de antécios por espiga e a produtividade de sementes, além dos resíduos gerados nas sementes após a aplicação dos herbicidas em pré-colheita. No experimento 3 avaliaram-se o número de sementes por espiga e número de antécios, índice de colheita, produtividade biológica, produtividade de sementes, peso hectolítrico e peso de mil sementes e no experimento 4 avaliaram-se a população de plantas, massa seca da parte aérea, cobertura do solo, área foliar e produtividade. Ainda, nos três primeiros experimentos a qualidade fisiológica das sementes foram avaliadas por testes de vigor e germinação. Conclui-se que a competição de trigo na população de 5 plantas

m⁻² com azevém, nabo ou nabo + azevém reduz a produtividade da cultura, independentemente da época de emergência das plantas em relação as plantas daninhas, entretanto não prejudica a viabilidade e o vigor das sementes produzidas. A dessecação em pré-colheita com herbicida realizada em estágio posterior a maturidade fisiológica, de maneira geral, não influencia a qualidade fisiológica e a produtividade de sementes de trigo das cultivares BRS Umbu e BRS 177, entretanto apresentam resíduos nos grãos. A cultivar de trigo BRS Guamirim em competição com nabo submetido à adubação suplementar com nitrogênio, de maneira geral, apresenta aumento da produtividade de sementes até a dose de 100 kg ha⁻¹, enquanto na ausência da competição o aumento ocorre até a dose de 150 kg ha⁻¹, apesar da qualidade fisiológica das sementes serem reduzidas com o incremento das doses. A cultivar de trigo BRS 328, ciclo precoce, apresenta maior habilidade competitiva comparativamente a BRS 177, ciclo médio, e BRS Umbu, ciclo tardio. A planta daninha *Raphanus raphanistrum* mostra-se competitiva com a cultura trigo, sendo necessário no mínimo 1,6 plantas m⁻² para que o controle se justifique.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L.; *Lolium multiflorum* Lam.; *Raphanus raphanistrum*; herbologia; matocompetição; germinação; vigor;

Abstract

TAVARES, Lizandro Ciciliano. **Ryegrass and wild radish competition, nitrogen management and pre-harvest desiccation in wheat seed production**. 2015. 111f. Thesis (Doctorate in Science) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

The ryegrass and wild radish competition and the estimated wild radish economic threshold in wheat crop, besides management practices as herbicide pre-harvesting desiccation and application of trinexapac-ethyl and nitrogen are factors that deserve attention by the research, as they directly influence productivity and seed physiological quality. This study aimed to evaluate the productivity and physiological quality of wheat seeds produced in competition with ryegrass and/or wild radish (experiment 1); measure the yield, physiological quality and the residue in wheat seeds after herbicide desiccation (experiment 2); evaluate the productivity and physiological quality of wheat seeds in competition with wild radishes and under trinexapac-ethyl and nitrogen application (Experiment 3); and estimate the economic level of wild radish in competition with the wheat cultivars BRS 328, BRS 177 and BRS Umbu (experiment 4). To research performed the experimental design was a randomized block with four replications, except for the fourth experiment that used one replication. The first trial was conducted with BRS 177 cultivar, the second with the BRS 177 and BRS Umbu cultivars, the third with BRS Guamirim and the forth with the BRS 328, BRS 177 and BRS Umbu cultivars. The variables analyzed in experiment 1 were number of anthesis per spike, number of seeds per spike, test weight, thousand seed weight and productivity. In experiment 2 assessed the weight of a thousand seeds, test weight, number of anthesis per spike and seed yield, in addition to the residual generated in the seeds after herbicide application before the harvest. In Experiment 3 was evaluated the number of seeds per spike and number of anthesis, harvest index, biological yield, seed productivity, test weight and thousand seed weight and experiment 4 were evaluated plant population, dry mass of plant aerial part, soil cover, leaf area and productivity. Still, in the first three experiments the physiological seed quality was evaluated by germination and vigor tests. It was concluded that wheat competition in the population of 5 plants m⁻² with ryegrass, wild radish or wild radish + ryegrass reduces crop yield, regardless of the time plant emergence over the weeds, however not affect the viability and vigor of produced seeds. The herbicide pre-harvest desiccation held after physiological maturity stage, in general, does not affect the physiological quality of wheat seeds or

it productivity in BRS Umbu and BRS 177 cultivars, however it shows residues present in grains. The wheat cultivar BRS Guamirim in competition with wild radish subjected nitrogen supplementar fertilization, in general, has increased seed yield until the dose of 100 kg ha⁻¹, while in the absence of competition its increased until the dose of 150 kg ha⁻¹, despite the physiological quality of seeds being reduced with increasing doses. The wheat cultivar BRS 328, early maturing, presents greater competitive ability compared to BRS 177, medium cycle, and BRS Umbu, late cycle. The weed *Raphanus raphanistrum* proves to be competitive with the wheat crop, requiring at least 1.6 plants m⁻² so that the control is justified.

Keywords: *Triticum aestivum* L.; *Lolium multiflorum* Lam.; *Raphanus raphanistrum*; herbology; weed competition; germination; vigor.

Lista de Tabelas

Capítulo I

- Tabela 1. Produtividade de sementes de trigo em diferentes épocas de emergência do trigo em relação às plantas daninhas de nabo (*Raphanus raphanistrum*) e/ou azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) CAP/UFPel, Capão do Leão-RS, 2012..... 32
- Tabela 2. Média de épocas de semeadura de trigo para primeira contagem de germinação, germinação, teste de frio e comprimento de parte aérea de plântulas originadas de sementes de trigo na competição com nabo (*Raphanus raphanistrum*) e/ou azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), CAP/UFPel, Capão do Leão-RS, 2012..... 34

Capítulo II

- Tabela 1. Primeira contagem de germinação, comprimento de parte aérea, comprimento de raiz e peso hectolítrico de sementes de duas cultivares de trigo, obtidas de plantas sob ação de diferentes herbicidas aplicados em duas épocas..... 41
- Tabela 2. Primeira contagem de germinação, comprimento de parte aérea e comprimento de raiz das plântulas, peso de mil sementes e peso hectolítrico de sementes de duas cultivares de trigo, obtidas de plantas submetidas a diferentes herbicidas e em duas épocas de aplicação..... 43
- Tabela 3. Primeira contagem de germinação de sementes de duas cultivares de trigo, obtidas de plantas sob a ação de diferentes herbicidas, em duas épocas de aplicação..... 45
- Tabela 4. Número de sementes por planta e peso de mil sementes de cultivares de trigo, obtidas de plantas submetidas à aplicação de diferentes herbicidas, em duas épocas de aplicação..... 45

Tabela 5.	Germinação de sementes de trigo de duas cultivares, obtidas de plantas submetidas à aplicação de herbicidas em duas épocas.....	47
Tabela 6.	Teste de frio e envelhecimento acelerado de sementes de trigo de duas cultivares, obtidas de plantas submetidas à aplicação de herbicidas em duas épocas.....	49
Tabela 7.	Análise residual de grãos de trigo, anterior e posterior a maturidade fisiológica, após a dessecação com herbicidas.....	51

Capítulo III

Tabela 1.	Número de sementes por espiga de plantas de trigo após a aplicação de trinexapac-ethyl e em competição com nabo (CAP/UFPel/2012).....	61
Tabela 2.	Número de sementes por espiga de trigo após a aplicação de trinexapac-ethyl e adubação com diferentes doses de nitrogênio (CAP/UFPel/2012).....	61
Tabela 3.	Número de antécios por espiga de trigo em competição com nabo (<i>Raphanus raphanistrum</i>) (CAP/UFPel/2012).....	63
Tabela 4.	Índice de colheita e produtividade biológico após a aplicação de doses de nitrogênio, germinação e número de sementes por espiga de trigo, após a aplicação de doses de nitrogênio e em competição com nabo (CAP/UFPel/2012).....	63
Tabela 5.	Índice de colheita e produtividade biológico de trigo, após a aplicação de doses de nitrogênio e em competição com nabo (<i>Raphanus raphanistrum</i>) (CAP/UFPel/2012).....	64
Tabela 6.	Produtividade de sementes de trigo, após aplicação de doses de nitrogênio e em competição com nabo (CAP/UFPel/2012).....	65
Tabela 7.	Peso hectolítrico de sementes de trigo após a aplicação de doses de nitrogênio, trinexapac-ethyl e em competição com nabo (CAP/UFPel/2012).....	67
Tabela 8.	Peso de mil sementes de trigo após aplicação de trinexapac-ethyl e competição com nabo (<i>Raphanus raphanistrum</i>) (CAD/UFPel/2012)....	69
Tabela 9.	Peso de mil sementes de trigo após aplicação de nitrogênio e aplicação de trinexapac-ethyl (CAD/UFPel/2012).....	69

Tabela 10. Viabilidade e vigor de sementes de trigo avaliadas pelo teste de primeira contagem da germinação, germinação e envelhecimento acelerado, após a aplicação de doses de nitrogênio e em competição com nabo (CAP/UFPel/2012).....	71
Tabela 11. Primeira contagem de germinação, germinação e número de sementes por espiga de trigo, após a aplicação de doses de nitrogênio e em competição com nabo (CAP/UFPel/2012).....	71
Tabela 12. Vigor de sementes de trigo avaliado pelo teste de frio, após a aplicação de doses de nitrogênio, aplicação de trinexapac-ethyl e em competição com nabo (CAP/UFPel/2012).....	73
Tabela 13. Vigor de sementes de trigo obtidas pelo teste de comprimento de parte aérea de plântulas de trigo após competição com nabo (<i>Raphanus raphanistrum</i>) (CAP/UFPel/2012).....	74
Tabela 14. Comprimento de raiz de plântulas de trigo após a adubação com doses de nitrogênio e em competição com nabo (<i>Raphanus raphanistrum</i>) (CAP/UFPel/2012).....	75

Capítulo IV

Tabela 1. Perda de produtividade de grãos de trigo, em função da população de plantas, cobertura do solo estimada, massa de matéria seca da parte aérea e área foliar de <i>Raphanus raphanistrum</i> , aos 21 dias após a emergência em três cultivares de trigo. UFPel - FAEM, Capão do Leão-RS, 2012.....	90
--	----

Lista de Figuras

Capítulo III

- Figura 1. Número de sementes de trigo por espiga em função da aplicação de trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio; número de antécios por espiga de trigo em função das doses de nitrogênio e índice de colheita de trigo em função da aplicação de trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio (CAP/UFPel/2012)..... 62
- Figura 2. Produtividade biológica de trigo em função da aplicação de trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio e produtividade biológico de trigo em função da competição com nabo (CAP/UFPel/2012)..... 65
- Figura 3. Produtividade de sementes de trigo em função da aplicação de trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio (CAP/UFPel/2012)..... 66
- Figura 4. Peso hectolítrico em função da aplicação de trinexapac-ethyl e a competição com nabo e doses de nitrogênio (CAP/UFPel/2012)..... 68
- Figura 5. Peso de mil sementes em função da aplicação de trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio (CAP/UFPel/2012)..... 70
- Figura 6. Germinação de sementes de trigo em função da competição com nabo e doses de nitrogênio, primeira contagem da germinação de sementes de trigo em função da competição com nabo e doses de nitrogênio, primeira contagem da germinação de sementes de trigo em função da aplicação de trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio (CAP/UFPel/2012)..... 72
- Figura 7. Teste de frio de sementes de trigo em função da competição com nabo, aplicação de trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio 74
- Figura 8. Envelhecimento acelerado de sementes de trigo em função da competição com nabo e doses de nitrogênio (CAP/UFPel/2012)..... 76
- Figura 9. Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de trigo em função das doses de nitrogênio e comprimento de raiz de plântulas de trigo em função da competição com nabo e doses de nitrogênio (CAP/UFPel/2012)..... 76

Capítulo IV

- Figura 1. Perda de produtividade das cultivares de trigo BRS 328, BRS 177 e BRS Umbu, em função de níveis populacionais de *Raphanus raphanistrum* aos 21 dias após a emergência, UFPel - FAEM, Capão do Leão-RS, 2012/14..... 85
- Figura 2. Perda de produtividade das cultivares de trigo BRS 328, BRS 177 e BRS Umbu, em função da massa de matéria seca da parte aérea aos 21 dias após a emergência, UFPel - FAEM, Capão do Leão-RS, 2012/14..... 86
- Figura 3. Perda de produtividade das cultivares de trigo BRS 328, BRS 177 e BRS Umbu, em função da cobertura estimada do solo pela parte aérea de *Raphanus raphanistrum* aos 21 dias após a emergência, UFPel/FAEM, Capão do Leão-RS, 2012/14..... 87
- Figura 4. Perda de produtividade das cultivares de trigo BRS 328, BRS 177 e BRS Umbu, em função da área foliar da parte aérea de plantas de *Raphanus raphanistrum* aos 21 dias após a emergência, UFPel/FAEM, Capão do Leão-RS, 2012/14..... 88
- Figura 5. Níveis de dano econômico de populações de *Raphanus raphanistrum* para três cultivares de trigo em função do custo de controle, eficiência do herbicida, rendimento de grãos e preço do trigo. UFPel - FAEM, Capão do Leão-RS, 2012..... 92

Sumário

1. INTRODUÇÃO GERAL	19
 2. CAPÍTULO I - Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de trigo em função da competição com azevém e nabo.....	25
2.1. Introdução	25
2.2. Material e Métodos	28
2.3. Resultados e Discussão	31
2.4. Conclusões	34
 3. CAPÍTULO II - Produtividade, qualidade fisiológica e resíduo em sementes de trigo em função da dessecação com herbicidas.....	35
3.1. Introdução	35
3.2. Material e Métodos	37
3.3. Resultados e Discussão	40
3.4. Conclusões	53
 4. CAPÍTULO III - Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de trigo em função da competição com nabo e sob aplicação de nitrogênio e de trinexapac-ethyl.....	54
4.1. Introdução	54
4.2. Material e Métodos	56
4.3. Resultados e Discussão	60
4.4. Conclusões	77
 5. CAPÍTULO IV - Competição e nível de dano econômico para controle de nabo na cultura do trigo.....	77

5.1. Introdução	78
5.2. Material e Métodos	80
5.3. Resultados e Discussão	84
5.4. Conclusões	94
6. CONCLUSÕES FINAIS	96
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
ANEXOS	109
Anexo A (Resumo Análise de Variância Capítulo I)	109
Anexo B (Resumo Análise de Variância Capítulo II)	110
Anexo C (Resumo Análise de Variância Capítulo III).....	111

1. INTRODUÇÃO GERAL

A safra brasileira de trigo em 2013 foi de 5,8 milhões de toneladas de grãos (CONAB, 2014a), frente a uma demanda anual de 10,5 milhões. Os Estados do Rio Grande do Sul e Paraná, respectivamente, são os principais produtores do cereal e, juntos, representam, aproximadamente, 95% da produção nacional (CAIERÃO, 2015). Apesar desse déficit, suprido basicamente pela importação da Argentina, o país exporta trigo, o que expõe a fragilidade na cadeia produtiva do cereal (CAIERÃO, 2015). Um dos pontos-chave para atingir esse objetivo é o manejo adequado das plantas daninhas (PENCKOWSKI et al., 2003).

Devido a essa necessidade de incremento no rendimento, surge a demanda pela produção e obtenção de sementes de elevada qualidade (LIMA et al., 2006). Sementes de elevada qualidade apresentam maior velocidade nos processos metabólicos, propiciando emissão mais rápida e uniforme da raiz primária no processo de germinação e maior taxa de crescimento, produzindo plântulas com maior tamanho inicial, o que se reflete em maior crescimento e rendimento de grãos (MIELEZRSKI et al., 2008; MUNIZZI et al., 2010). Considerando que a taxa de utilização de sementes certificadas de trigo no Brasil é de aproximadamente 70%, é necessário anualmente, uma quantidade equivalente a 203 mil toneladas de sementes (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS, 2011), movimentando em torno de 100 milhões de dólares (BARBIERI et al., 2013).

Quanto maior a população da comunidade infestante que ocorre na cultura do trigo, maior será a quantidade de indivíduos que disputam os recursos do meio como nutrientes minerais, luz, água e o espaço (PITELLI, 1985), mais intensa será a competição com a cultura. Em termos mundiais, estima-se que a redução do potencial do trigo devido à interferência negativa de plantas daninhas não exceda 10%, estando o prejuízo causado relacionado à agressividade de cada espécie (IAPAR, 2002). Além disso, espécies

morfológica e fisiologicamente próximas apresentam exigências semelhantes em relação aos recursos do meio, tornando ainda mais intensa a competição (SILVA e DURIGAN, 2006).

O cultivo de genótipos com elevada capacidade competitiva constitui-se em prática importante no manejo cultural das plantas daninhas, propiciando vantagem na aquisição dos recursos do meio à espécie que se estabelece antes (FLECK et al., 2003a). A elevada altura, o alto índice de área foliar, a acentuada interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e a produção de matéria seca são características morfológicas desejáveis para uma cultivar visando à superioridade da cultura na matocompetição (FLECK et al., 2006; RIGOLI et al., 2009). O potencial competitivo dependerá da utilização antecipada do espaço, representado pelos recursos, os quais serão restringidos às plantas vizinhas. A planta paralisa o crescimento se seu espaço se sobrepõe ao das concorrentes, de forma que os últimos indivíduos a emergirem têm seu crescimento reduzido (BALBINOT JR. et al., 2003).

Independentemente dos genótipos cultivados, duas características contribuem para o manejo integrado das plantas daninhas: tolerância, que consiste na habilidade de a cultura manter sua produtividade numa situação de competição; e supressão de plantas daninhas, que se refere à capacidade da cultura em diminuir o crescimento das espécies infestantes no processo de interferência (JANNINK et al., 2000). Características iniciais vantajosas que favoreçam o crescimento são importantes, porque é no período vegetativo que, em geral, se estabelecem as relações definitivas da competição entre plantas daninhas e cultivadas. Durante essa fase, o cultivar com habilidade competitiva superior poderá manifestar seu potencial de supressão sobre plantas daninhas (RIGOLI et al., 2009).

A rotação de culturas é uma das técnicas mais importantes para garantir o potencial produtivo das culturas. Em geral, o trigo é cultivado antes da soja, sendo que para obter altas produtividades, ambas as culturas devem ser semeadas na época correta. Porém, a colheita do trigo ocorre muito próxima da semeadura da soja, muitas vezes atrasando a mesma em relação à época recomendada, o que pode resultar em reduções de produtividade. Uma das opções é colher o trigo antecipadamente, entretanto nem sempre a antecipação da semeadura é possível. Diante disso, utiliza-se o uso de

técnicas alternativas como a aplicação de herbicidas dessecantes em pré-colheita, amplamente utilizado em outras culturas. Essa prática, além de antecipar e uniformizar a colheita do trigo antecipa a semeadura da cultura sucessora, podendo ainda gerar residual dos herbicidas utilizados para o controle de plantas daninhas na cultura subsequente.

A dessecação em pré-colheita do trigo exige inúmeros cuidados, visto que a antecipação ou atraso da época correta em que o trigo é dessecado podem provocar efeitos prejudiciais na produtividade e na qualidade fisiológica das sementes de trigo produzidas. Assim, a aplicação deve ser realizada após a maturação fisiológica, ao cessar a produção de fotoassimilados para os grãos/sementes e esses apenas perdem água, não havendo riscos de reduções de produtividade e qualidade. Em trigo, a maturidade fisiológica acontece, em geral, no estágio em que os grãos têm menos de 35% de umidade (MELLADO et al., 2005). Entretanto, a umidade do grão é muito variável para ser considerada como um indicador confiável da maturação fisiológica (HANFT et al., 1982), principalmente porque o trigo, por perfilhar apresenta umidade diferencial entre os grãos da planta mãe e os grãos dos perfilhos (ZAGONEL et al., 2009).

O interesse em maximizar a produção de trigo tem estimulado a adoção de práticas intensivas de manejo da cultura, em que se destaca a utilização de elevadas doses de adubação nitrogenada e consequentemente estratégias que reduzam a probabilidade de acamamento das plantas. O acamamento das plantas está diretamente relacionado à estatura das plantas e à resistência do colmo, sendo um dos fatores que mais limita altas produções de grãos na cultura do trigo. Esse consiste em um estado permanente de modificação da posição do colmo em relação à sua posição original, que implica em plantas recurvadas e, às vezes, na quebra de colmos (HANM et al., 2014). As perdas relacionadas com este fator são decorrentes da diminuição da fotossíntese, da redução na assimilação e translocação de carboidratos e minerais pelo bloqueio dos vasos condutores, do aumento no percentual de umidade pelo contato com o solo e menor insolação, bem como da sua relação com a incidência e severidade de doenças e a dificuldade na colheita (CRUZ et al., 2003; ZAGONEL e FERNANDES, 2007).

O trinexapac-ethyl é um redutor de crescimento utilizado em cereais de inverno que atua na inibição da elongação dos entrenós, o que reduz a estatura da planta e evita,

dessa forma, o acamamento e as perdas associadas a esse fenômeno (SILVA et al. 2011). O produto inibe a enzima 3B-hidroxilase, reduzindo drasticamente o nível do ácido giberélico ativo (GA1) e assim aumentando acentuadamente seu precursor biossintético imediato GA20 (DAVIES, 1987). A queda no nível de GA1 é a provável causa da diminuição do crescimento das plantas. Cultivares de porte médio a baixo, apesar de menos responsivos ao trinexapac-ethyl, também podem ter seu rendimento de grãos maximizado pela melhor arquitetura foliar e captação da radiação, pelo incremento no número de perfilhos férteis e pelo maior direcionamento dos fotoassimilados para a produção de grãos, em detrimento do desenvolvimento do colmo (ZAGONEL et al., 2002; MATYZIAK, 2006; ZAGONEL e FERNANDES, 2007).

O conhecimento de características morfológicas das plantas cultivadas, as quais sejam vantajosas na competição com plantas infestantes, é de suma importância para que o produtor as utilize como uma ferramenta no manejo integrado de plantas daninhas (LAMEGO et al., 2013). Desse modo, é possível explorar a habilidade competitiva da cultura e reduzir a dependência do controle químico. Cultivares de trigo com elevada habilidade competitiva com as plantas daninhas apresentam características como estatura de planta superior, folhas largas e decumbentes, crescimento vigoroso, boa capacidade de perfilhamento e cobertura do solo (LEMERLE et al., 2001).

O principal método de controle de plantas daninhas é o químico, em razão da eficiência, praticidade e economia com mão de obra. Entretanto, na atualidade, com os elevados custos na aplicação de herbicidas e também em virtude de pressões públicas quanto a contaminações ambientais em decorrência do uso desse método de controle, outras práticas de manejo tornaram-se necessárias (AGOSTINETTO et al., 2010). Nesse sentido, o método auxiliar ao controle químico pode ser o cultural, com a adoção de práticas agrícolas que favoreçam, por exemplo, a competitividade do arroz em relação ao capim-arroz (FLECK et al., 2004).

Para facilitar o uso de determinadas estratégias e identificar o momento certo de controlar as plantas daninhas em lavouras, podem-se utilizar modelos empíricos para estimar a competição com as culturas, os quais descrevem a resposta da redução de produtividade da cultura em relação a uma ou mais variáveis que caracterizam a infestação das plantas daninhas, sem, contudo, ter-se colhido a cultura de interesse

(AGOSTINETTO et al., 2010). Por meio da equação não linear da hipérbole retangular, pode-se estabelecer relação entre redução de produtividade da cultura e variáveis explicativas, como população, massa da matéria seca, cobertura do solo e área foliar das plantas daninhas (COUSENS, 1985). De acordo com esse autor, o modelo da hipérbole contém parâmetros que apresentam significado biológico e agrônomo, os quais podem ser usados como índices de competitividade.

Outra ferramenta que auxilia a tomada de decisão sobre quando controlar as plantas daninhas refere-se ao nível de dano econômico (NDE). Esse conceito preconiza que a aplicação de herbicidas ou de outros métodos de controle somente se justifica caso os prejuízos causados pelas plantas daninhas sejam superiores ao custo da medida utilizada (LINDQUIST et al., 1996; RIZZARDI et al., 2003; AGOSTINETTO et al., 2005a,b; GALON et al., 2007). É sabido que em elevadas populações de plantas daninhas competindo com as culturas, a tomada de decisão de controle pelos produtores fica facilitada por parte do agricultor, porém se as plantas daninhas estão presentes em baixas densidades populacionais, a adoção de medidas para controlá-las torna-se difícil, pois os agricultores precisam quantificar as vantagens econômicas associadas ao custo do controle (AGOSTINETTO et al., 2010).

Para determinar o NDE é necessário utilizar variáveis como: preço pago pela cultura, custo de controle, produtividade e eficiência do controle exercido pelo herbicida, para determinar se é economicamente viável ou não a adoção de medida de controle. Portanto, é fundamental entender que qualquer aumento no custo do herbicida utilizado para o controle e/ou do custo da aplicação, aumenta o NDE da planta daninha sobre a cultura. Ao contrário, quaisquer aumentos no valor do produto colhido, da produtividade da cultura, da eficiência de controle do herbicida e da perda da cultura por unidade da planta daninha, diminuirão os NDE (COBLE e MORTENSEN, 1992; AGOSTINETTO et al., 2005b; GALON et al., 2007).

A tomada de decisão de adoção de medida de controle das plantas daninhas, com base no conceito de NDE, embora demonstre ser economicamente viável e ambientalmente correta, apresenta limitações em função da dificuldade na predição precisa das reduções de produtividade da cultura e pela ausência de métodos simples e confiáveis para quantificar essas perdas a partir de observações iniciais da infestação

(LUTMAN et al., 1996; AGOSTINETTO et al., 2005b). Em decorrência disso, sua utilização deve ser realizada com embasamento técnico-científico e cautela.

Baseado no exposto, o presente estudo teve como objetivos: avaliar a produtividade e a qualidade fisiológica de sementes de trigo produzidas em competição com azevém e/ou nabo; avaliar a produtividade, a qualidade fisiológica e o resíduo em sementes de trigo após a dessecação com herbicidas; avaliar a produtividade e a qualidade fisiológica de sementes de trigo em competição com nabo e sob a aplicação de trinexapac-ethyl e nitrogênio; e, estimar o nível de dano econômico de *Raphanus raphanistrum* em competição com as cultivares de trigo BRS 328 (ciclo precoce), BRS 177 (ciclo médio) e BRS Umbu (ciclo tardio).

2. CAPÍTULO I - Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de trigo em função da competição com azevém e nabo

2.1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o 18^a produtor mundial de trigo (FAO, 2013), com produção de aproximadamente 5,8 milhões de toneladas. Nos últimos anos, o consumo nacional aumentou, sendo estimado para safra de 2014, aproximadamente 11 milhões de toneladas (CONAB, 2014b). Com isso, amplia-se a dependência da importação desse cereal, principalmente da Argentina, Paraguai, Canadá e Rússia (FERREIRA, 2012).

A taxa de utilização de sementes de trigo é de aproximadamente 70%, sendo que o restante do cultivo de trigo realizado sem conhecimento da procedência das sementes utilizadas na semeadura (ABRASEM, 2012). O uso de sementes de baixa qualidade gera atraso na emergência de plântulas, resultando em menor crescimento da parte aérea e do sistema radicular (KHAH et al., 1989; MEROTTO JÚNIOR, 1999), baixo estande de plantas (TEKRONY e EGLI, 1991) e menor tolerância a seca (SLOANE et al., 2004; LIAO et al., 2006), além de reduzir a habilidade competitiva da cultura com espécies daninhas.

Na região Sul, as espécies azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e nabo (*Raphanus* spp.) destacam-se como as principais plantas daninhas infestantes da cultura, tendo aumentada sua incidência nos últimos anos devido à utilização como cobertura de solo e formação de pastagens de inverno (LAMEGO et al., 2013).

As plantas daninhas competem com as culturas por recursos do meio (luz, água e nutrientes), tendo vantagem competitiva a que apresentar características que facilitem a apreensão dos recursos. Existem duas teorias de competição: a de Grime e a de Tilman (RADOSEVICH et al., 1997). A primeira propõe que as plantas competidoras possuem elevada velocidade de utilização dos recursos do meio, tornando-os indisponíveis aos

seus vizinhos, bem como elevada taxa de crescimento relativo. A segunda teoria sugere que as plantas competidoras necessitam de menos recursos, ou seja, apresentam capacidade de sobreviver em ambientes desfavoráveis.

Características como maior velocidade de emergência, estatura, produção de massa seca e área foliar, estão relacionadas a maior habilidade competitiva. Os cultivares de trigo BRS Guatambu e BRS Timbaúva, de ciclos longo e médio, respectivamente, e alta estatura de planta, destacaram-se quando em períodos de convivência com plantas de nabo e azevém, apresentando maior potencial competitivo no início do ciclo (RIGOLI et al., 2009). Plantas com elevada velocidade de emergência e de crescimento inicial possuem prioridade na utilização dos recursos do meio e, por isso, levam vantagem na utilização destes (GUSTAFSON et al., 2004).

Resultados da relação planta daninha-cultura dependem, também, de outros fatores específicos, que incluem variações meteorológicas, composição e população das espécies presentes e, práticas de manejo (AGOSTINETTO et al., 2008). Em geral, quanto maior a semelhança entre as espécies, mais intensa será a competição por recursos do meio (RADOSEVICH et al., 1997).

Estudos sobre competitividade de culturas com plantas daninhas permitem desenvolver estratégias para seu manejo, pois podem definir as características que confirmam maior habilidade competitiva às culturas (FLECK et al., 2003b). A adoção de práticas de manejo que visem posicionar a cultura em situação competitiva vantajosa em relação às plantas daninhas, constitui-se em alternativa viável para reduzir, ou até eliminar a utilização de herbicidas (TOLLENAAR et al., 1994a). Estas práticas integram o manejo integrado de plantas daninhas, o qual visa alterar as relações de competição em favor da cultura. O elevado vigor de plântulas, emergência precoce, rápida expansão foliar e elevada estatura de plantas são consideradas as principais características de planta que proporcionam vantagens competitivas com plantas daninhas (BALBINOT JÚNIOR e FLECK, 2005).

Dentre os fatores que interferem na produção de sementes de trigo pode-se citar o adequado preparo do solo (YOKOYAMA, et al., 2002), a operação de semeadura (densidade e profundidade) (VALÉRIO et al., 2008), a utilização correta de insumos (BRAZ et al., 2006) e de sementes de elevada qualidade (VAZQUEZ et al., 2008), a

escolha da cultivar (COVENTRY et al., 2011) e as condições climáticas (VIGANÓ et al., 2010). Além disso, o estabelecimento de população adequada de plantas e sem a presença de plantas daninhas no início do desenvolvimento da cultura é de fundamental importância para obtenção de resultados satisfatórios (quantidade e qualidade). O número de plantas altera a produção de fitomassa seca de parte aérea e produção de afilhos, que altera sensivelmente a produção da cultura (MARTIN et al., 2010).

Frequentemente observa-se que ocorrem reduções na população de plantas devido ao manejo inadequado no início do desenvolvimento da cultura, como por exemplo, devido à presença de plantas competidoras. A competição entre plantas pode alterar a distribuição espacial das plantas dentro do dossel, isso pode proporcionar maior competição por recursos do meio em um conjunto de plantas mais próximas e menor competição em outras plantas mais afastadas. Com isso, pode haver alteração nas relações de fonte e dreno, fazendo com que exista uma dinâmica diferenciada na emissão de afilhos férteis, bem como nas suas sementes produzidas (VALÉRIO et al., 2008). Pela capacidade de emissão de afilhos férteis, o trigo apresenta a propriedade de preencher os espaços vazios na lavoura, compensando possíveis falhas na semeadura (ZAGONEL et al., 2002). Porém, em alguns casos ocorre formação de afilhos inférteis e dessa maneira, o potencial de afilhamento não será expresso em rendimento de sementes (VALÉRIO et al., 2008).

Na literatura existe defasagem de estudos que demonstrem a influência da competição de plantas daninhas, tais como nabo e azevém, na produtividade e na qualidade fisiológica de sementes de trigo produzidas. Acredita-se que o nabo apresenta maior habilidade competitiva do que o azevém, na competição com trigo, sendo que ambas as plantas daninhas podem reduzir a produtividade e a qualidade das sementes. Assim, objetivou-se na presente pesquisa avaliar a produtividade e a qualidade fisiológica de sementes de trigo produzidas em competição com azevém e/ou nabo.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2012 em campo no Centro Agropecuário da Palma (CAP) e no Laboratório Didático de Análise de Sementes (LDAS),

ambos pertencentes à Universidade Federal de Pelotas (UFPel). O solo, classificado como Argissolo Vermelho-amarelo, de textura franco-arenosa, pertencente à unidade de mapeamento Pelotas (Embrapa, 2006). As unidades experimentais foram constituídas de parcelas com 1,53 m x 5 m, totalizando 7,65 m².

O preparo do solo foi realizado pelo sistema convencional de cultivo, sendo previamente realizada a dessecação em área total com glifosato (Atanor 48[®]) na dose de 3 L ha⁻¹ e volume de calda de 120 L ha⁻¹, a fim de eliminar as plantas daninhas presentes e uniformizar a emergência delas e da cultura. As semeaduras foram realizadas nos dias 22 e 29/06/2012, ambas com densidade de 105 kg ha⁻¹ de sementes de trigo, cultivar BRS 177 (ciclo médio), utilizando-se semeadora regulada com espaçamento entre linhas de 0,17 m e distribuição de 60 sementes por metro. As sementes foram tratadas com Vitavax-Thiram 200 SC[®] na dose de 2,5 mL kg⁻¹ de semente e Cruiser[®] na dose de 0,5 mL kg⁻¹ de semente, sendo utilizado volume de calda de 13 mL kg⁻¹ de semente.

A adubação de base utilizada foi de 288 kg ha⁻¹ (04-11-09), conforme a análise química do solo, sendo as demais adubações nitrogenadas em cobertura realizadas com 166 kg ha⁻¹ de ureia no estágio de perfilhamento e 15 dias após. O controle de plantas daninhas e insetos e as demais práticas de manejo foram realizadas conforme as recomendações para a cultura (INFORMAÇÕES TÉCNICAS PARA TRIGO E TRITICALE, 2011).

O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial, sendo o fator A épocas de emergência do trigo em relação a das espécies daninhas (emergência simultânea e emergência do trigo sete dias após as plantas daninhas); e, o fator B a presença e/ou a ausência das plantas daninhas nabo e/ou azevém: presença de azevém + nabo; presença de azevém; presença de nabo; e, ausência de plantas daninhas). Para o estabelecimento do fator A, o azevém foi semeado a lanço com posterior incorporação com grade niveladora, no mesmo dia da 1ª época de semeadura do trigo. Já, o nabo foi oriundo do banco de sementes do solo que apresentava elevada população na área.

Para estabelecer a população de 5 plantas m⁻², tanto de azevém quanto de nabo, protegeram-se as mesmas da aplicação dos herbicidas Topik 240 EC[®] (Clodinafopropargil) na dose 0,25 L ha⁻¹ + Óleo mineral 0,5 % v/v e Basagran[®] (Bentazona), na dose

1,3 L ha⁻¹ + Assist[®] na dose de 1 L ha⁻¹, respectivamente. Vale ressaltar que, nas parcelas sem plantas daninhas aplicou-se os dois herbicidas e nas com plantas daninhas estabeleceu-se as populações de cinco plantas m⁻² de azevém e nabo. Para a aplicação utilizou-se pulverizador costal pressurizado com CO₂, equipado com quatro pontas 110 015 do tipo leque e calibrado para aplicar volume de calda de 120 L ha⁻¹.

A colheita foi realizada quando ambas as cultivares apresentavam em média grau de umidade de aproximadamente 16%. As variáveis número de sementes por espiga e número de antécios por espiga foram obtidas por contagem, realizadas em amostra de dez espigas, coletadas aleatoriamente na área útil de cada unidade experimental.

Após as plantas serem colhidas as unidades experimentais foram trilhadas para avaliação das variáveis produtividade de sementes, peso hectolítrico e peso de mil sementes, conforme segue:

Produtividade de sementes: foi obtida pela pesagem das sementes colhidas na área útil de 3,57 m² (7 linhas X 3 m) de cada parcela, transformado para kg ha⁻¹ e corrigido para 13% de umidade.

Peso hectolítrico (PH): realizada com quatro repetições por unidade experimental, sendo as amostras de sementes pesadas em balança analítica e o resultado expresso em kg hL⁻¹.

Peso de mil sementes (PMS): foram empregadas oito repetições de 100 sementes. Para estas pesagens calculou-se a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação. Todas as unidades experimentais apresentaram coeficiente de variação inferior a quatro, portanto, multiplicou-se a média por 10, e assim obteve-se o peso de mil sementes (BRASIL, 2009).

As sementes foram secas e armazenadas em câmara fria por aproximadamente 90 dias e após procedeu-se a avaliação da qualidade fisiológica das sementes produzidas pelos testes de:

Germinação (G): realizado com quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, em substrato de papel de germinação ("germitest"), previamente umedecido com água destilada, utilizando-se a proporção 2,5 vezes a massa do papel seco, e mantido à temperatura de 20 °C. As avaliações foram efetuadas conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), aos oito dias após a semeadura.

Primeira contagem da germinação (PCG): constou da determinação da percentagem de plântulas normais aos quatro dias após a semeadura, por ocasião da realização do teste de germinação.

Envelhecimento acelerado (EA): foi utilizado caixa gerbox com tela metálica horizontal fixada na posição mediana. Foram adicionados 40 mL de água destilada ao fundo de cada caixa gerbox, e sobre a tela distribuídas as sementes a fim de cobrir a superfície da tela, constituindo uma única camada. Em seguida, as caixas contendo as sementes foram tampadas e mantidas em incubadora do tipo BOD, a 41 °C, por 72 horas. Após este período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente. A avaliação ocorreu após quatro dias, sendo os resultados expressos em percentagem de plântulas normais (MARCOS FILHO, 1999).

Teste de frio (TF): foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por tratamento, distribuídas em substrato de papel de germinação "*germitest*", previamente umedecido com água destilada utilizando-se 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram colocados no interior de sacos plásticos e mantidos em refrigerador a 10 °C, durante sete dias. Após este período, procedeu-se o teste de germinação conforme descrito anteriormente. A avaliação ocorreu após quatro dias, sendo os resultados expressos em percentagem de plântulas normais (CÍCERO e VIEIRA, 1994).

Comprimento de parte aérea e de raiz (CPA e CR): determinados a partir de quatro repetições de 20 sementes para cada tratamento, sendo as sementes distribuídas desencontradas em duas linhas longitudinais e paralelas no terço superior do papel de germinação tipo "*germitest*", umedecido com 2,5 vezes o seu peso seco. Os rolos de papel foram mantidos em germinador a 20°C. A leitura foi realizada aos quatro dias após a semeadura, com auxílio de régua graduada em milímetros, sendo medido o comprimento total e o comprimento da parte aérea de 10 plântulas normais escolhidas aleatoriamente. O comprimento de raiz foi determinado pela diferença entre o comprimento total e o comprimento da parte aérea. Os comprimentos médios da parte aérea e da raiz foram determinados somando-se as medidas de cada repetição e dividindo pelo número de plântulas avaliadas, conforme metodologia descrita por NAKAGAWA (1999).

Os dados foram analisados quanto à normalidade e homocedasticidade e posteriormente submetidos à análise de variância (teste F), e sendo significativa, realizou-se teste “t” para os dados de época de semeadura e teste Duncan para os dados de competição, todos a 5% de probabilidade.

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis, número de antécios por espiga, número de sementes por espiga, peso hectolítrico, peso de mil sementes, envelhecimento acelerado e comprimento radicular, não se verificou interação entre os fatores testados e nem efeito principal.

Para produtividade observou-se interação entre os fatores época de semeadura e competição com nabo e azevém (Tabela 1). Ao comparar épocas de emergência, com exceção das plantas cultivadas sem competição, em que não houve diferença, verificou-se que a produtividade foi maior quando a emergência foi simultânea, independentemente do tratamento com competição com nabo ou azevém. Isso decorre do diferencial competitivo das plantas daninhas em relação ao trigo, ou seja, ao emergirem antes as plantas daninhas adquirem prioridade de aquisição dos recursos (água, luz, nutrientes e etc.) do meio. De maneira geral, as plantas daninhas que emergem depois da cultura exercem menor impacto na produtividade (VANDEVENDER et al., 1997).

Na primeira época de emergência, verificou-se que, o azevém foi menos competitivo, enquanto que a ação conjunta de nabo + azevém foi mais prejudicial (Tabela 1). Quando o azevém ou o nabo emergiram isolados ou associados, ocorreu redução na produtividade do trigo na ordem de 13, 23 e 47%, respectivamente, comparado com o tratamento sem competição.

Tabela 1. Produtividade de sementes de trigo em diferentes épocas de emergência do trigo em relação às plantas daninhas de nabo (*Raphanus raphanistrum*) e/ou azevém (*Lolium multiflorum* Lam.). CAP/UFPeI, Capão do Leão-RS, 2012.

Tratamento	1ª Época ¹	2ª Época
Sem competição	² ns 1408 a ³	1431 a
Competição com Nabo + Azevém	* 753 c	746 c
Competição com Nabo	* 1091 b	789 bc
Competição com Azevém	* 1228 ab	905 b
C. V. (%)	11,80	

¹ Épocas de semeadura do trigo em relação à emergência de nabo e azevém; ² Médias antecedidas por * ou ns, na linha, diferem ou não, respectivamente, pelo teste t ($p \leq 0,05$). ³ Médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$).

O azevém é uma espécie que apresenta elevada habilidade competitiva (GALON et al., 2011), porém demonstrou-se ser menos competitivo que o nabo em competição com o trigo. O nabo pertence à família das *Brassicaceae* e, ao contrário do trigo e do azevém, não apresenta a capacidade de emissão de perfilhos e sim emite ramificações. Dessa forma, para utilizar o espaço e dominar o ambiente, o nabo tem a capacidade de emitir ramificações laterais, formando plantas grandes, com maior área foliar, maior dossel, acúmulo de massa e capacidade de produção de sementes, mesmo quando em competição com a cevada (SOUZA e VELINI, 1997). Os mesmos autores afirmam que o nabo, em curto espaço de tempo, quando não controlado, afeta significativamente o crescimento e o desenvolvimento da cevada.

Na segunda época de emergência, a vantagem de sete dias de estabelecimento para as espécies daninhas azevém, nabo e azevém + nabo, as plantas foram mais competitivas com o trigo, proporcionando redução de aproximadamente 37, 45 e 48% na produtividade, respectivamente, comparativamente ao tratamento sem competição, sendo que, assim como na primeira época, o tratamento nabo + azevém foi mais competitivo (Tabela 1).

Em estudo conduzido com cultivares feijão, comparando épocas de semeadura, a maior produtividade obtida na primeira época (SIMIDU et al., 2010). Trabalho realizado com as cultivares de trigo Fundacep Cristalino e de Fundacep Raízes, indicou que o

controle de nabo (28 plantas m⁻²) e azevém (24 plantas m⁻²) até 15 dias após a semeadura, resultaram em redução de produtividade de 14 e 17%, respectivamente, e 40% para as cultivares BRS Guamirim e BRS 296 (LAMEGO et al., 2013). Esses resultados reforçam aqueles observados por Agostinetto et al. (2008), que indicam período entre 12 e 24 DAE para o desenvolvimento da cultura do trigo no limpo, visando evitar maiores perdas de produtividade pela presença de plantas competidoras. A convivência com o azevém e o nabo durante todo o ciclo dos cultivares causou reduções severas na produtividade de grãos, sendo que as cultivares BRS Guamirim e Fundacep Raízes produziram, respectivamente, 80 e 85% a menos quando comparada a convivência com as infestantes até 30 DAS (LAMEGO et al., 2013). Com cevada, além da produtividade, a competição com plantas daninhas também comprometeu a qualidade da matéria-prima destinada à indústria (GALON et al., 2011).

Na primeira contagem de germinação, germinação, teste de frio e comprimento de parte aérea observou-se apenas efeito de competição (Tabela 2). Em geral, não ocorreu diferença entre os tratamentos para os testes de qualidade fisiológica, sendo na primeira contagem, a competição com o nabo foi a mais prejudicial, não diferindo, no entanto, da testemunha. Para germinação não ocorreu diferença entre os tratamentos, ao passo que para o teste de frio as sementes oriundas de plantas submetidas a competição com nabo ou sem competição foram as menos vigorosas, enquanto as sementes obtidas de plantas que estiveram em competição com azevém apresentaram-se mais vigorosas. Para o comprimento de parte aérea, o tratamento em competição com azevém promoveu plântulas com maior parte aérea, ou seja, produziu sementes mais vigorosas, sendo esse resultado também confirmado pelos testes de primeira contagem da germinação e teste de frio. Pode-se inferir que as plantas de trigo e azevém exploram e competem pelo mesmo nicho ecológico, reduzindo a produtividade de sementes, entretanto as plantas de trigo alocaram mais fotoassimilados para formação de sementes de alta qualidade fisiológica, como estratégia de perpetuação da espécie.

Tabela 2. Média de épocas de semeadura de trigo para primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), teste de frio (TF) e comprimento de parte aérea (CPA) de plântulas originadas de sementes de trigo em competição com nabo e/ou azevém. CAP/UFPel, Capão do Leão-RS, 2012.

Tratamento	PCG (%)	G (%)	TF (%)	CPA (cm)
Sem competição	75 ab ¹	92 a	88 c	2,57 b
Competição com Nabo + Azevém	78 a	91 a	89 bc	2,67 ab
Competição com Nabo	70 b	90 a	85 c	2,62 ab
Competição com Azevém	80 a	94 a	92 a	2,73 a
C. V. (%)	6,62	3,37	3,24	4,44

¹ Médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$).

O vigor das sementes e a produtividade da cultura do trigo da cultivar BRS 177 foram influenciados negativamente pela competição com as espécies daninhas nabo e azevém. No caso em que as plantas daninhas apresentam vantagem competitiva de sete dias com o trigo, a redução da produtividade foi mais acentuada, embora a viabilidade das sementes não tenha sofrido diminuição. Tal resultado justifica a adoção de medidas preventivas de controle de plantas daninhas, com intuito de elevar os tetos produtivos da cultura e a produção de sementes de trigo de qualidade fisiológica superior.

2.4. CONCLUSÕES

A época de emergência das plantas daninhas azevém, nabo ou nabo + azevém, em relação à cultura, não modifica a produtividade da cultura.

A competição de trigo com as plantas daninhas azevém, nabo ou nabo + azevém, em geral, não prejudica a viabilidade e o vigor das sementes produzidas, porém ressalta-se que na produção de sementes de trigo a presença de sementes de nabo na amostra de sementes não é permitida.

3. CAPÍTULO II - Produtividade, qualidade fisiológica e resíduo em sementes de trigo em função da dessecação com herbicidas

3.1. INTRODUÇÃO

No Estado do Rio Grande do Sul, a área cultivada com trigo, na média dos últimos cinco anos (2010-2014) foi de 976 mil hectares (CONAB, 2014c). Adicionalmente, a oferta de novas cultivares mais resistentes a doenças e com maior potencial produtivo, contribuem para que os produtores apostem neste cereal nas últimas safras. Um dos fatores que contribuem para o aumento da produtividade é o uso de sementes de alta qualidade, e considerando a densidade de semeadura e que o uso de sementes certificadas é atualmente de cerca de 70%, há demanda anual potencial de 122 mil toneladas de sementes de trigo no Rio Grande do Sul (ABRASEM, 2013).

A maturidade fisiológica identifica o momento em que cessa a transferência de nutriente da planta para as sementes que nessa ocasião, apresentam potencial fisiológico elevado, senão máximo (MARCOS FILHO, 2004), havendo ainda o controle fisiológico associado à dormência (CUNHA et al., 2004). Quanto maior o atraso da colheita, após a maturidade fisiológica, maior é a deterioração e conseqüentemente menor será a qualidade fisiológica das sementes produzidas.

A antecipação da colheita reduz os riscos de deterioração no campo e permite a obtenção de sementes de qualidade superior, colhidas mais próximo da maturidade (TERASAWA et al., 2009), além da redução da interferência de plantas daninhas. Na produção de sementes, a antecipação da colheita permite a obtenção de sementes de melhor qualidade fisiológica e sanitária, por evitar danos que possam ocorrer no campo devido às condições climáticas adversas, como chuvas na pré-colheita, ataques de pragas e microrganismos (VEIGA et al., 2007).

Com frequência, herbicidas não seletivos são aplicados como auxiliares da colheita em diversas culturas, pois além de anteciparem o momento de colheita, reduzem a interferência das plantas daninhas com o equipamento de colheita e podem melhorar a qualidade do produto colhido (AGOSTINETTO et al., 2001). Não existe, até o presente momento, produto registrado para a prática de dessecação em pré-colheita da cultura do trigo, visando à antecipação, uniformização e redução dos riscos pelo ataque de pragas e doenças e consequentemente a conservação do produto colhido.

Os herbicidas glufosinato de amônio, paraquate, diquate e glifosato, vem sendo cogitados como produtos possível de serem utilizados para a dessecação pré-colheita de trigo e cevada. Além desses, herbicidas como 2,4-D e metsulfuron tem sido preconizado para utilização na pré-colheita visando o controle de plantas daninhas de difícil controle ou resistentes a herbicidas.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, na Instrução Normativa Nº 26 de 8 de outubro de 2010, estabelece os limites máximos tolerados de contaminantes (resíduo de herbicidas) para fins de monitoramento de agrotóxicos em grãos de trigo. Os limites máximos tolerados para os herbicidas 2,4-D, glifosato e metsulfuron metílico são 0,20, 0,05 e 0,0 mg kg⁻¹ de grãos, respectivamente (BRASIL, 2010). Para os herbicidas paraquate e glufosinato de amônio a instrução normativa não estabelece os limites máximos tolerados.

Dentre os principais sistemas de cultivo praticados no Sul do Brasil, a semeadura da cultura do trigo durante o inverno consiste numa das melhores opções para reduzir os níveis de infestação com buva (*Conyza* spp.) na cultura subsequente, uma vez que promove a cobertura do solo durante o período de maior emergência da buva nesta região (OLIVEIRA NETO et. al., 2013). Todavia, mesmo adotando este sistema, os problemas com buva não são completamente eliminados, sendo necessária a adoção do controle químico específico na dessecação de manejo que anteceda a semeadura da cultura de verão (PAULA et al., 2011). A prática de dessecação pré-colheita na cultura do trigo, além de antecipar e uniformizar a colheita pode ainda gerar residual no solo do (s) herbicida (s) utilizado (s) proporcionando o controle das plantas daninhas infestantes para cultura subsequente.

Acredita-se que a aplicação dos herbicidas seletivos ou não seletivos para prática de dessecação na cultura do trigo, pode ser alternativa para redução da interferência de plantas daninhas e manutenção de qualidade, devido à antecipação da colheita, sem prejudicar a produtividade, a qualidade fisiológica e deixar resíduos as sementes produzidas. Dessa forma, objetivou-se na presente pesquisa avaliar a produtividade, a qualidade fisiológica e o resíduo em sementes de trigo após a dessecação com herbicidas seletivos e não seletivos.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2012, em campo, no Centro Agropecuário da Palma (CAP) e no Laboratório Didático de Análise de Sementes LDAS, ambos pertencentes à Universidade Federal de Pelotas (UFPel). O solo classificado como Argissolo Vermelho-amarelo, de textura franco-arenosa, pertencente à unidade de mapeamento Pelotas (EMBRAPA, 2006). As unidades experimentais foram constituídas de parcelas com 1,53 x 5 m, totalizando 7,65 m².

O preparo do solo foi realizado pelo sistema convencional de cultivo. Realizou-se a dessecação em área total com glifosato (Atanor 48[®]) na dose de 3 L ha⁻¹ e volume de calda de 120 L ha⁻¹, após a semeadura a fim de eliminar as plantas daninhas presentes e uniformizar a emergência delas e da cultura. A semeadura foi realizada no dia 22/06/2012, com densidade de 105 kg ha⁻¹ de sementes de trigo, utilizando-se semeadora regulada com espaçamento entre linhas de 0,17 m e distribuição de 60 sementes por metro. As sementes foram tratadas com Vitavax-Thiram 200 SC[®] na dose de 2,5 mL kg⁻¹ de semente e Cruiser[®] na dose de 0,5 mL kg⁻¹ de semente, sendo o volume de calda utilizado de 13 mL kg⁻¹ de semente.

O controle de plantas daninhas, doenças e insetos e as demais práticas de manejo foram realizadas conforme as recomendações para a cultura (INFORMAÇÕES TÉCNICAS PARA TRIGO E TRITICALE, 2011). Para adubação de base foi utilizado 288 kg ha⁻¹ (04-11-09), conforme a análise química do solo, sendo as demais adubações nitrogenadas em cobertura realizadas no perfilhamento e 15 dias após.

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo os tratamentos arranjados em esquema fatorial, onde o fator A cultivares: BRS 177 e BRS Umbu; o fator B: épocas de aplicação (Época 1 - “Anterior a Maturação Fisiológica” (25/10/2012) – cultivar BRS 177 e BRS Umbu apresentavam grau médio de umidade das sementes de 47 e 45%, respectivamente; Época 2 - “Posterior a Maturação Fisiológica” (01/11/2012) – cultivar BRS 177 e BRS Umbu apresentavam grau médio de umidade das sementes de 26 e 18%, respectivamente) e, o fator C herbicidas: 2,4-D (2,4-D Nortox 200[®]), na dose de 1,5 L ha⁻¹; Paraquate (Gramoxone[®]), na dose de 2,0 L ha⁻¹; glifosato potássico (Zapp QI 620[®]), na dose de 4,2 L ha⁻¹; glufosinato de amônio (Finale[®]), na dose de 2,0 L ha⁻¹; metsulfuron metílico (Ally[®]), na dose de 6,6 g ha⁻¹; e, testemunha (sem aplicação). Para a aplicação dos herbicidas utilizou-se pulverizador costal pressurizado com CO₂, equipado com quatro pontas 110 015 do tipo leque, calibrado para aplicar o volume de calda de 150 L ha⁻¹.

A colheita foi realizada quando ambas as cultivares apresentavam em média grau de umidade de aproximadamente 16%. Os componentes de produtividade, número de sementes por espiga (NSE) e número de antécios por espiga (NAE) foram analisados em 10 espigas coletadas aleatoriamente em cada parcela.

As parcelas foram colhidas em área útil de 3,57 m² (7 linhas X 3 m) e trilhadas para avaliação das variáveis: Produtividade de sementes: obtido pela pesagem das sementes de cada parcela, transformado para kg ha⁻¹ e corrigido para 13% de umidade. Peso hectolítrico (PH): realizada com quatro repetições por unidade experimental em balança analítica, com capacidade de 1 litro de sementes, sendo o resultado expresso em kg hL⁻¹. Peso de mil sementes (PMS): determinada em oito repetições de 100 sementes por unidade experimental. Para estas pesagens calculou-se a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação, sendo que todas as unidades experimentais apresentaram coeficiente de variação inferior a quatro, portanto, multiplicou-se a média por 10, e assim obteve-se o peso de mil sementes (BRASIL, 2009).

A qualidade das sementes produzidas foi avaliada pelos testes:

Germinação (G) - realizada com quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, em substrato de papel de germinação (“germitest”), previamente umedecido com água destilada, utilizando-se a proporção 2,5 vezes a massa do papel seco, e

mantido à temperatura de 20 °C. As avaliações foram efetuadas conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) aos quatro e aos oito dias após a semeadura.

Primeira contagem da germinação (PCG) - constou da determinação da percentagem de plântulas normais aos quatro dias, após a semeadura, por ocasião da realização do teste de germinação.

Envelhecimento acelerado (EA) - foi utilizado caixa gerbox com tela metálica horizontal fixada na posição mediana. Foram adicionados 40 mL de água destilada ao fundo de cada caixa gerbox, e sobre a tela distribuídas as sementes a fim de cobrir a superfície da tela, constituindo uma única camada. Em seguida, as caixas contendo as sementes foram tampadas e mantidas em incubadora do tipo BOD, a 41 °C, por 72 horas. Após este período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente. A avaliação ocorreu após quatro dias, sendo os resultados expressos em percentagem de plântulas normais (MARCOS FILHO, 1999).

Teste de frio: foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por tratamento, distribuídas em substrato de papel de germinação "*germitest*", previamente umedecido com água destilada utilizando-se 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram colocados no interior de sacos plásticos e mantidos em refrigerador a 10 °C, durante sete dias. Após este período, procedeu-se o teste de germinação conforme descrito anteriormente. A avaliação ocorreu após quatro dias, sendo os resultados expressos em percentagem de plântulas normais (CÍCERO e VIEIRA, 1994).

Comprimento de parte aérea (CPA) e raiz (CR): realizado no quarto dia após a montagem do teste de germinação, sendo dez plântulas escolhidas aleatoriamente, obtidas a partir da semeadura de quatro repetições de 20 sementes, no terço superior da folha de papel do tipo *germitest* umedecidas 2,5 vezes o seu peso. Os rolos foram postos em germinador regulado a 20°C, conforme determinações descritas por Nakagawa (1999). Determinou-se o comprimento total e da parte aérea das plântulas, com auxílio de régua graduada em milímetros, sendo o comprimento da raiz determinado pela diferença entre o comprimento total e o comprimento da parte aérea. Os comprimentos médios total de plântulas, parte aérea e raiz foram obtidos somando-se as medidas de cada repetição e dividindo-se pelo número de plântulas avaliadas, com os resultados expressos em centímetros.

Imediatamente após a colheita, as amostras foram acondicionadas em caixas de isopor com gelo e em seguida armazenadas em congelador. As amostras foram encaminhadas, com gelo seco, para análise de resíduos de agrotóxicos no Laboratório Bioensaios Análises e Consultoria Ambiental Ltda., Viamão, RS, acreditado no INMETRO pela Cgere/Inmetro de acordo com a NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL –0227, na REBLAS (ANALI-017), na Rede Metrológica do RS (Parecer Técnico 189/2004) e MAPA (Portarias 36 e 37 de 04/06/2003). As análises quantitativas foram realizadas em cromatógrafo líquido de alta eficiência (CLAE) acoplado a espectrômetro massa/massa (LC/MS/MS), modelo API 4000 da AB SCIEX.

Os dados foram analisados quanto à normalidade e homocedasticidade e posteriormente submetidos à análise de variância (teste F), e sendo significativa, realizou-se teste “t” para os dados de épocas e cultivar e, para os dados de herbicidas aplicou-se o teste de Duncan, todos a 5% de probabilidade.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis número de antécios por espiga e produtividade de sementes de trigo não foram afetadas significativamente pelas interações ou efeito principal (dados não apresentados). Observou-se interação significativa entre as épocas de aplicação dos herbicidas e as cultivares, para as variáveis primeira contagem de germinação, comprimento de parte aérea e raiz das plântulas e peso hectolítrico (Tabela 1). Houve interação entre herbicidas e épocas de aplicação para as variáveis primeira contagem de germinação, comprimento de parte aérea e raiz das plântulas, peso de mil sementes e peso hectolítrico (Tabela 2). Para a variável primeira contagem de germinação ocorreu interação entre herbicidas e cultivares (Tabela 3). Para as variáveis número de sementes por planta e peso de mil sementes foi observado apenas efeito principal de cultivar (Tabela 4). As variáveis germinação e vigor obtidas pelos testes de frio e envelhecimento acelerado apresentaram interação significativa entre os herbicidas, cultivar e épocas de aplicação (Tabelas 5 e 6).

Infere-se que as variáveis número de antécios por espiga e produtividade de sementes não tenham sido influenciadas, em virtude da aplicação dos herbicidas ter sido

realizada próximo ao final do ciclo das plantas, ou seja, nesta fase os caracteres agronômicos produtividade e número de antécios já estavam definidos.

Ao analisar-se a época de aplicação dos herbicidas, constatou-se que as variáveis primeira contagem de germinação, comprimento de parte aérea e raiz e peso hectolétrico, em ambas cultivares, obtiveram resultados inferiores na primeira época de aplicação, ou seja, anterior ao estágio de maturação fisiológica das sementes (Tabela 1). Isso pode ter ocorrido, pelo fato de, na segunda época de aplicação, as sementes estarem em estágio mais avançado, interferindo de forma menos acentuada nos caracteres de produtividade e qualidade das sementes.

Tabela 1. Primeira contagem de germinação (PCG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e peso hectolétrico (PH) de sementes de duas cultivares de trigo, obtidas de plantas sob ação de diferentes herbicidas aplicados em duas épocas.

Cultivar	aplicados em duas épocas.							
	PCG (%)		CPA (cm)		CR (cm)		PH (kg hl ⁻¹)	
	Época de Aplicação dos Herbicidas							
	Anterior a MF ²	Posterior a MF	Anterior a MF	Posterior a MF	Anterior a MF	Posterior a MF	Anterior a MF	Posterior a MF
BRS 177	41 ^{ns}	58	7,2	9,0 ^{ns}	11 ^{ns}	15	73,91	76,01
BRS Umbu	43	47	8,1	8,8	11	13	75,82	76,57
C.V. (%)	12,5		11,4		10,2		1,0	

¹ Médias na linha, em cada cultivar, antecedidas por * ou ^{ns} diferem ou não, respectivamente, pelo teste t ($p \leq 0,05$). Médias na coluna, em cada época de aplicação dos herbicidas, seguidas por * ou ^{ns} diferem ou não, respectivamente, pelo teste t ($p \leq 0,05$). ² Maturidade Fisiológica das sementes.

Comparando-se as cultivares BRS 177 e BRS Umbu, em cada época de aplicação dos herbicidas, observou-se que para o vigor, obtido pelo teste de primeira contagem de germinação, não ocorreu diferença quando os grãos estavam em estágio anterior a maturidade fisiológica, por outro lado quando os grãos avançaram para o estágio posterior a maturidade fisiológica, a cultivar BRS 177 apresentou resultado superior a cultivar BRS Umbu (Tabela 1). Para o comprimento de parte aérea das plântulas, o resultado da cultivar BRS Umbu mostrou-se superior ao da cultivar BRS 177 para primeira época (anterior a maturidade fisiológica), ao passo que na segunda época de aplicação não foi observada diferença entre as cultivares.

Na variável comprimento de raiz das plântulas, ambas as cultivares não diferiram para a aplicação dos herbicidas ocorrida na primeira época de aplicação, sendo que a cultivar BRS 177 apresentou maior comprimento de raiz para a aplicação dos herbicidas realizada na segunda época (Tabela 1). Infere-se que esses resultados possam ter ocorrido em virtude a cultivar BRS 177 ser de ciclo médio, enquanto a cultivar BRS Umbu ser de ciclo tardio, ou seja, na segunda época de aplicação dos herbicidas as plantas da cultivar BRS Umbu poderiam ainda estar translocando assimilados para sementes, sofrendo interferência da aplicação dos herbicidas, tanto na primeira contagem de germinação como para o comprimento das raízes das plântulas.

O peso hectolítrico das sementes de trigo da cultivar BRS Umbu apresentou desempenho superior ao da cultivar BRS 177, nas duas épocas de aplicação dos herbicidas (Tabela 1). As sementes de trigo provenientes da aplicação de paraquate e de glufosinato de amônio em pré-colheita na fase de grão leitoso 26 dias após o florescimento obtiveram valores reduzidos no peso hectolitro, o que prejudicou a qualidade das sementes (SANTOS e VICENTE, 2009). Esses resultados corroboram os da presente pesquisa, pois a aplicação dos herbicidas na primeira época (anterior a maturidade fisiológica) de aplicação reduziu o peso hectolitro e a qualidade das sementes comparativamente à segunda época de aplicação.

Ao comparar o vigor das sementes de trigo obtido pelo teste de primeira contagem de germinação, nas duas épocas de aplicação dos herbicidas, observou-se maior porcentagem de plântulas normais na segunda época de aplicação, ao utilizar os herbicidas metsulfuron metílico e paraquate (Tabela 2). A aplicação realizada no estágio anterior ao da maturidade fisiológica com os herbicidas paraquate e o glifosato foram as mais prejudiciais ao vigor das sementes, entretanto, no estágio posterior ao da maturidade fisiológica, o glifosato continuou afetando negativamente a qualidade das sementes.

Tabela 2. Primeira contagem de germinação (PCG), comprimento de parte aérea (CPA) e comprimento de raiz (CR) das plântulas, peso de mil sementes (PMS) e peso hectolítrico (PH) de sementes de duas cultivares de trigo, obtidas de plantas submetidas a diferentes herbicidas e em duas épocas de aplicação.

Herbicida ³	Época de Aplicação dos Herbicidas									
	PCG (%)		CPA (cm)		CR (cm)		PMS (g)		PH (kg hl ⁻¹)	
	Anterior a	Posterior a	Anterior a	Posterior	Anterior a	Posterior a	Anterior a	Posterior a	Anterior a	Posterior a
	MF ²	MF	MF	a MF	MF	MF	MF	MF	MF	MF
2,4-D	¹ ns 54 a	49 bc	ns 8,8 a	8,6 a	* 15,9 a	14,2 ab	¹ ns 29,40 a	29,98 a	ns 76,00 a	76,35 a
Metsulfuron Metílico	* 49 ab	59 a	ns 8,0 a	8,7 a	ns 13,1 b	14,3 ab	ns 30,51 a	30,54 a	ns 76,74 a	76,35 a
Glufosinato de Amônio	ns 50 ab	50 bc	ns 8,3 a	8,8 a	ns 13,7 b	14,6 a	* 26,34 b	29,88 a	* 72,34 c	76,30 a
Glifosato	* 25 c	44 c	* 6,4 b	9,0 a	* 4,1 d	13,8 ab	* 27,42 b	29,58 a	* 73,81 b	76,25 a
Paraquate	* 27 c	58 a	* 5,8 b	9,1 a	* 6,1 c	13,0 b	* 26,62 b	30,68 a	* 73,57 b	76,47 a
Sem Aplicação	* 45 b	54 ab	ns 8,7 a	9,2 a	ns 13,2 b	14,1 ab	ns 30,01 a	30,60 a	ns 76,71 a	76,01 a
C.V. (%)	12,5		11,4		10,2		4,2		1,0	

¹ Médias na linha, em cada herbicida, antecedidas por * ou ns diferem ou não, respectivamente, pelo teste t ($p \leq 0,05$). Médias na coluna, em cada época, seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$). ² Maturidade Fisiológica das sementes.

O comprimento de parte aérea das plântulas obtido de plantas submetidas à aplicação dos herbicidas glifosato e paraquate, na primeira época de aplicação, apresentaram resultados inferiores aos demais tratamentos, sendo que esse resultado também foi observado para comprimento de raiz das plântulas (Tabela 2). A aplicação dos herbicidas metsulfuron metílico, glufosinato de amônio e 2,4-D não influenciaram o comprimento da parte aérea das plântulas, não diferindo do tratamento testemunha. Na segunda época de aplicação, não se verificou influência da aplicação dos herbicidas no comprimento de parte aérea das plântulas. Todavia, o comprimento de raiz das plântulas foi afetado negativamente pela aplicação do herbicida paraquate tanto na primeira como na segunda época de aplicação. Constatou-se ainda, que a aplicação dos herbicidas glufosinato de amônio, 2,4-D, metsulfuron metílico e glifosato não diferiram do tratamento testemunha, não influenciando o comprimento de raiz das plântulas.

O uso dos herbicidas paraquate, diquat e diuron não afetaram a qualidade fisiológica das sementes de soja, independentemente do estágio de aplicação. No entanto, a aplicação de glifosato prejudicou a qualidade das sementes, provocando ainda, fitotoxicidade no sistema radicular das plântulas (DALTRO et al., 2010).

Analisando a primeira época de aplicação dos herbicidas, observou-se que os herbicidas glufosinato de amônio, glifosato e paraquate reduziram o peso de mil sementes, sendo que a aplicação de 2,4-D ou metsulfuron metílico não influenciaram o peso de mil sementes, confirmado pelo tratamento testemunha (Tabela 2). Na segunda época de aplicação dos herbicidas, não se encontrou influência da aplicação dos herbicidas no peso de mil sementes de trigo.

A aplicação do herbicida glufosinato de amônio reduziu o peso hectolítrico das sementes de trigo, assim como a aplicação de glifosato e paraquate (Tabela 2). Na segunda época de aplicação dos herbicidas, não se detectou efeito negativo, assim como constatado no peso de mil sementes e no comprimento de parte aérea das plântulas. Contrariamente a este resultado, o peso de mil sementes não diferiu entre as épocas de aplicação dos herbicidas paraquate e glufosinato de amônio, após o florescimento das plantas de trigo (SANTOS e VICENTE, 2009). Da mesma forma, a avaliação da dessecação em pré-colheita de soja consorciada com *Brachiaria brizanta* cv. Marandu, com cinco doses de fluazifop-p-butil (0, 15, 30, 45 e 60 g ha⁻¹) de paraquate nos estádios R7 e R8 da soja, não provocou alteração na massa de 100 sementes (SILVA et al., 2006).

Ao comparar as cultivares no teste de primeira contagem de germinação, observou-se que os herbicidas 2,4-D e glifosato na cultivar BRS Umbu apresentaram maior porcentagem de plântulas normais que a cultivar BRS 177 (Tabela 3). Entretanto, a cultivar BRS 177 apresentou desempenho superior ao se utilizar os herbicidas metsulfuron metílico, paraquate e no tratamento testemunha. Analisando-se a aplicação dos herbicidas em cada cultivar, verificou-se que o tratamento com metsulfuron metílico na cultivar BRS 177 proporcionou maior porcentagem de plântulas normais, comparativamente aos demais herbicidas, porém não diferindo do tratamento testemunha, enquanto que na cultivar BRS Umbu, apenas o tratamento com 2,4-D foi superior aos demais. A aplicação dos herbicidas glifosato, paraquate + diuron e glufosinato de amônio em diferentes doses em pré-colheita, afetou a primeira contagem de germinação, assim como a germinação de sementes de azevém remanescentes, quando comparativamente com a testemunha (CAMPOS et al., 2012).

Tabela 3. Primeira contagem de germinação de sementes de duas cultivares de trigo, obtidas de plantas sob a ação de diferentes herbicidas, em duas épocas de aplicação.

Herbicida	Primeira contagem da germinação (%)	
	Cultivar	
	BRS 177	BRS Umbu
2,4-D	¹ * 49 c	55 a
Metsulfuron Metílico	* 60 a	48 b
Glufosinato de Amônio	^{ns} 52 bc	48 b
Glifosato	* 31 d	38 c
Paraquate	* 46 c	38 c
Sem Aplicação	* 55 ab	44 bc
C.V. (%)	12,5	

¹ Médias na linha, em cada herbicida, antecedidas por * ou ^{ns} diferem ou não, respectivamente, pelo teste t ($p \leq 0,05$). Médias na coluna, em cada cultivar, seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$).

Ao analisar-se o número de sementes por planta e o peso de mil sementes, constata-se que em ambas as variáveis, a cultivar BRS Umbu foi superior a cultivar BRS 177 (Tabela 4). Infere-se que estas variáveis são influenciadas principalmente por características genéticas das cultivares, não sofrendo desta forma efeito acentuado da aplicação dos herbicidas, sendo realizado no estágio em que estas características já estavam definidas.

Tabela 4. Número de sementes por planta e peso de mil sementes (PMS) de cultivares de trigo, obtidas de plantas submetidas à aplicação de diferentes herbicidas, em duas épocas de aplicação.

Cultivar	Número de sementes por planta	PMS (g)
BRS 177	30 * ¹	28,7 *
BRS Umbu	32	29,8
C.V. (%)	13,0	4,2

¹ Médias na coluna, seguidas por * ou ^{ns} diferem ou não, respectivamente, pelo teste t ($p \leq 0,05$).

Ao analisar o fator época de aplicação para a variável germinação, observou-se que na cultivar BRS 177 os tratamentos com os herbicidas 2,4-D, metsulfuron metílico,

glufosinato de amônio, glifosato e paraquate apresentaram resultados inferiores na aplicação anterior à maturidade fisiológica (Tabela 5). Esse fato pode ter ocorrido em virtude das sementes não terem atingido a maturidade fisiológica (sementes com aproximadamente 35% de umidade), ou seja, o máximo percentual de germinação.

Analisando-se a cultivar BRS Umbu, constatou-se que a aplicação dos herbicidas 2,4-D e metsulfuron metílico na primeira época proporcionaram maior porcentagem de germinação, enquanto que os herbicidas glifosato e paraquate geraram sementes com menor germinação (Tabela 5). Infere-se que tanto o herbicida glifosato como o paraquate tenham obtido desempenho superior na segunda época de aplicação, em virtude de na primeira época, as sementes não tinham atingido a maturidade fisiológica. O uso dos herbicidas dessecantes paraquate e glifosato, aplicados entre os estádios 11.2 e 11.3, nas doses 1, 1,5 e 2 L ha⁻¹, não prejudicam a germinação de cevada e não aceleram o processo de redução da germinação ao longo do período de armazenagem (CAIERÃO e ACOSTA, 2007).

Tabela 5. Germinação (G) de sementes de trigo de duas cultivares, obtidas de plantas submetidas à aplicação de herbicidas em duas épocas.

Herbicida	Cultivar	G (%)			
		Época de Aplicação dos Herbicidas			
		Anterior a MF ²		Posterior a MF	
2,4-D	BRS 177	¹ *	89 a	ns	94 a *
	BRS Umbu	*	84 A		65 A
Metsulfuron	BRS 177	*	81 a	ns	95 a *
Metílico	BRS Umbu	ns	83 AB		75 A
Glufosinato de Amônio	BRS 177	*	81 a	ns	91 a *
	BRS Umbu	ns	73 B		73 A
Glifosato	BRS 177	*	30 b	*	86 a *
	BRS Umbu	*	52 C		73 A
Paraquate	BRS 177	*	34 b	ns	96 a *
	BRS Umbu	*	31 D		66 A
Sem Aplicação	BRS 177	ns	88 a	*	87 a *
	BRS Umbu	ns	73 B		72 A
C.V. %		9,4			

¹ Médias antecedidas na linha, em cada herbicida, por * ou ns diferem ou não, respectivamente, pelo teste t ($p \leq 0,05$). Médias sucedidas na coluna, comparando cultivar dentro de época de aplicação dos herbicidas, por * ou ns diferem ou não, respectivamente, pelo teste t ($p \leq 0,05$). Médias seguidas por letras minúsculas ou maiúsculas, na coluna, comparam herbicida dentro de cultivar em cada época de aplicação dos herbicidas, respectivamente, pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$). ² Maturidade Fisiológica das sementes.

Comparando herbicidas, pode-se observar na cultivar BRS 177, na primeira época de aplicação, que 2,4-D, metsulfuron metílico, glufosinato de amônio e o tratamento testemunha foram os que apresentaram maior germinação, sendo que a aplicação dos herbicidas glifosato e paraquate reduziram drasticamente a germinação das sementes. Na cultivar BRS Umbu, entretanto, a aplicação do herbicida 2,4-D apresentou maior porcentagem de germinação (Tabela 5). Na segunda época de aplicação dos herbicidas não se verificou diferença entre os tratamentos em ambas as cultivares (Tabela 5), confirmando que a aplicação de herbicidas deve ocorrer após a maturidade fisiológica das sementes, estágio em que as sementes encontram-se com aproximadamente 35% de umidade.

Em estudo realizado com soja, a maior porcentagem de germinação foi observada nas sementes colhidas nos estádios R7 e R8, em comparação ao estágio R6, sendo que

ao comparar no decorrer das épocas de amostragens (2, 4, 6, 8 e 10 dias) após a aplicação dos dessecantes (glifosato ou paraquate) houve redução da qualidade fisiológica das sementes no estágio R8, sendo esse fato atribuído ao maior tempo de permanência no campo (MARCANDALLI et al., 2011). No entanto, foram observadas reduções na qualidade das sementes de cevada, ao longo do tempo, com o uso de dessecantes em pré-colheita (MOORE e JETTNER, 2007).

Para o vigor das sementes, avaliado pelo teste de frio, ao comparar as épocas de aplicação dos herbicidas em ambas as cultivares, verificou-se que a aplicação de glifosato e paraquate causaram drástica redução do vigor das sementes na aplicação anterior à maturidade fisiológica (Tabela 6). Entretanto, para a aplicação dos herbicidas, de maneira geral, observou-se, na segunda época, que as sementes proporcionaram maior percentual de plântulas normais. A redução acentuada no vigor das sementes na primeira época de aplicação pode ter ocorrido em virtude das sementes não terem atingido a maturidade fisiológica (grau de umidade das sementes próximo a 35%). Na segunda época (posterior à maturidade fisiológica) de aplicação, as sementes não apresentavam mais translocação de fotoassimilados com a planta mãe, não afetando o vigor das mesmas.

Ao comparar as cultivares, na primeira época (anterior à maturidade fisiológica) de aplicação, a cultivar BRS 177 mostrou superioridade ao utilizar o herbicida 2,4-D, ao passo que, ao se empregar glifosato, a cultivar BRS Umbu apresentou maior porcentagem de plântulas normais (Tabela 6). Na segunda época de aplicação, a cultivar BRS 177 apresentou maior vigor das sementes nos tratamentos com 2,4-D e testemunha.

Ao comparar herbicidas, observou-se que os herbicidas 2,4-D, metsulfuron metílico, glufosinato de amônio e o tratamento testemunha apresentaram resultados superiores para a cultivar BRS 177, na primeira época de aplicação (Tabela 6). Na segunda época, os tratamentos que promoveram maior vigor no teste de frio foram os com 2,4-D e metsulfuron metílico, que, no entanto não diferiram dos tratamentos com glufosinato de amônio, glifosato e testemunha. Na cultivar BRS Umbu, na primeira época de aplicação, o tratamento com glufosinato de amônio foi o que apresentou maior vigor, não diferindo dos tratamentos com metsulfuron metílico e testemunha. Já, na segunda época de aplicação, para a cultivar BRS Umbu, não houve diferença entre os tratamentos.

Infere-se que as sementes já tinham passado da maturidade fisiológica, ou seja, não estavam recebendo nutrientes das plantas.

Tabela 6. Teste de frio (TF) e envelhecimento acelerado (EA) de sementes de trigo de duas cultivares, obtidas de plantas submetidas à aplicação de herbicidas em duas épocas.

		TF (%)				EA (%)									
Herbicida	Cultivar	Época de Aplicação dos Herbicidas													
		Anterior a MF ²				Posterior a MF									
2,4-D	BRS 177	¹ ns	92	a	*	92	a	*	ns	45	a	*	49	a	*
	BRS Umbu	ns	84	B		85	A		ns	31	AB		28	A	
Metsulfuron	BRS 177	ns	92	a	ns	92	a	ns	ns	40	ab	ns	37	b	*
Metílico	BRS Umbu	ns	88	AB		87	A		ns	37	A		30	A	
Glufosinato de Amônio	BRS 177	ns	93	a	ns	91	ab	ns	*	35	b	*	52	a	*
	BRS Umbu	ns	91	A		88	A		ns	27	B		26	A	
Glifosato	BRS 177	*	40	c	*	90	ab	ns	*	14	c	ns	45	ab	*
	BRS Umbu	*	72	C		87	A		*	18	C		32	A	
Paraquate	BRS 177	*	59	b	ns	85	b	ns	*	7	c	ns	40	b	*
	BRS Umbu	*	61	D		84	A		*	6	D		30	A	
Sem Aplicação	BRS 177	ns	91	a	ns	90	ab	*	ns	47	a	*	45	ab	*
	BRS Umbu	ns	88	AB		84	A		ns	28	B		29	A	
C.V.%		4,1				16,6									

¹ Médias antecedidas na linha, em cada herbicida, por * ou ns diferem ou não, respectivamente, pelo teste t ($p \leq 0,05$). Médias sucedidas na coluna, em cada época de aplicação dos herbicidas, por * ou ns diferem ou não, respectivamente, pelo teste t ($p \leq 0,05$). Médias seguidas por letras minúsculas ou maiúsculas, na coluna, comparam herbicidas em cada cultivar, respectivamente, pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$). ² Maturidade fisiológica.

No teste de envelhecimento acelerado, comparando-se as épocas de aplicação dos herbicidas, observou-se que os tratamentos com glufosinato de amônio, glifosato e paraquate promoveram maior porcentagem de plântulas normais, na aplicação na segunda época, para a cultivar BRS 177 (Tabela 6). Na cultivar BRS Umbu, a aplicação dos herbicidas glifosato e paraquate na segunda época apresentou resultados superiores comparativamente com a primeira época. Para a comparação de cultivares, na primeira época de aplicação, a cultivar BRS 177 apresentou sementes mais vigorosas nos tratamentos 2,4-D, glufosinato de amônio e testemunha, não tendo diferença entre os demais tratamentos. Na segunda época de aplicação, a cultivar BRS 177 apresentou

maior porcentagem de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado em todos os tratamentos. Ao comparar-se os herbicidas, constatou-se que na primeira época de aplicação, para a cultivar BRS 177, os tratamentos com 2,4-D e testemunha foram os que promoveram sementes mais vigorosas, não diferindo, porém do tratamento com metsulfuron metílico. Para a cultivar BRS Umbu, o tratamento com metsulfuron metílico e 2,4-D foram os que apresentaram sementes mais vigorosas. Na segunda época de aplicação, a cultivar BRS 177 apresentou desempenho superior nos tratamentos com 2,4-D e glufosinato de amônio, não sendo diferentes do tratamento com glifosato e testemunha, sendo que na cultivar BRS Umbu não se verificou diferença entre os tratamentos utilizados.

A prática de dessecação pré-colheita na cultura do trigo, além de antecipar e uniformizar a colheita pode propiciar controle de plantas daninhas de difícil controle em cultura subsequente. Essa prática requer vários cuidados, visto que a antecipação ou atraso da dessecação com herbicidas pode acarretar em efeitos prejudiciais na produtividade, na qualidade grãos e sementes, além de causar resíduos nos grãos. Assim, a aplicação deve ser realizada após a maturação fisiológica, quando cessa a produção de fotoassimilados para os grãos/sementes e esses apenas perdem água, não havendo riscos de perdas de produção. A recomendação mais segura é a aplicação com os grãos com umidade entre 30 e 35% de água (MUNDSTOCK, 1999).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, na instrução normativa número 26 de 8 de outubro de 2010, estabelece os limites máximos de resíduos de alguns herbicidas em grãos de trigo para consumo, sendo que para 2,4-D, glifosato e metsulfuron metílico os valores são de 0,20, 0,05 e 0 mg kg⁻¹ de grãos, respectivamente (BRASIL, 2010). Vale ressaltar que os herbicidas 2,4-D, metsulfuron metílico e glifosato apesar de apresentarem limites máximos de resíduos estabelecidos na legislação, não são registrados para prática de dessecação em pré-colheita na cultura do trigo, assim como os herbicidas glufosinato de amônio e paraquate.

A aplicação dos herbicidas metsulfuron metílico (seletivo e sistêmico) ou paraquate (não seletivo e contato) quando aplicados anterior a maturidade fisiológica ou posterior a maturidade fisiológica, nas cultivares BRS 177 e BRS Umbu, não apresentaram efeito residual nos grãos (Tabela 7). O glufosinato de amônio (não seletivo e contato) também

não apresentou ação residual, quando aplicado posterior à maturidade fisiológica nas duas cultivares, porém quando aplicado em estágio anterior à maturidade fisiológica gerou ação residual nos grãos, nas cultivares BRS 177 e BRS Umbu. Apesar do glufosinato de amônio ter sido cogitado como produto possível de ser utilizado para a dessecação pré-colheita de trigo e cevada (INFORMAÇÕES TÉCNICAS PARA TRIGO E TRITICALE, 2012) verificou-se que o herbicida se aplicado em estágio anterior à maturidade fisiológica pode apresentar residual nos grãos prejudiciais a saúde.

Tabela 7. Análise residual de grãos de trigo, anterior e posterior a maturidade fisiológica, após a dessecação com herbicidas.

Cultivar	Herbicida	Estádio Fenológico de Aplicação	Resultado (mg kg ⁻¹ de grãos)	LOQ (mg kg ⁻¹ de grãos ¹)
BRS 177	Metsulfuron	Anterior a MF ²	ND ²	0,01
	Metílico	Posterior a MF	ND	0,01
	Glufosinato de Amônio	Anterior a MF	0,48	0,01
		Posterior a MF	ND	0,01
	Paraquate	Anterior a MF	ND	1
		Posterior a MF	ND	1
	Glifosato	Anterior a MF	33,08	0,1
		Posterior a MF	0,51	0,1
	2,4-D	Anterior a MF	0,01	0,01
		Posterior a MF	ND	0,01
BRS Umbu	Metsulfuron	Anterior a MF	ND	0,01
	Metílico	Posterior a MF	ND	0,01
	Glufosinato de Amônio	Anterior a MF	0,27	0,01
		Posterior a MF	ND	0,01
	Paraquate	Anterior a MF	ND	1
		Posterior a MF	ND	1
	Glifosato	Anterior a MF	22,17	0,1
		Posterior a MF	ND	0,1
	2,4-D	Anterior a MF	ND	0,01
		Posterior a MF	ND	0,01

² Maturidade fisiológica. ¹ LOQ: Limite de quantificação; ² ND: < que o limite de detecção.

A aplicação de glifosato (não seletivo e sistêmico) proporcionou residual nos grãos na cultivar BRS 177, nos dois estádios de aplicação, porém, a cultivar BRS Umbu

apresentou efeito residual na aplicação realizada anterior a maturidade fisiológica e não verificou-se efeito residual do herbicida quando aplicado posterior a maturidade fisiológica (Tabela 7). Para o herbicida 2,4-D (seletivo e sistêmico) não foram observados efeito residual na cultivar BRS Umbu, nos dois estádios fenológicos de aplicação, enquanto para a cultivar BRS 177 verificou-se residual de $0,01 \text{ mg kg}^{-1}$ de grãos, na aplicação anterior a maturidade fisiológica.

Os limites máximos de resíduos de herbicidas estabelecidos pela legislação em grãos de trigo partem do pressuposto de que respeitadas as modalidades de aplicação, dosagens e prazos de carência, serão mantidos os limites de resíduos nos grãos. O limite máximo de resíduo de glifosato é de $0,05 \text{ mg kg}^{-1}$ de grãos, sendo que detectou-se $33,08$ e $22,17 \text{ mg kg}^{-1}$ de grãos nas cultivares BRS 177 e BRS Umbu, respectivamente, quando a aplicação foi realizada anterior a maturidade fisiológica, já quando aplicou-se posterior a maturidade fisiológica os resíduos foram de $0,51 \text{ mg kg}^{-1}$ de grãos na cultivar BRS 177 e não conseguiu-se determinar resíduos na cultivar BRS Umbu, sendo que o limite de quantificação é de $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$ de grãos.

O limite máximo de resíduo permitido pela legislação vigente para o herbicida 2,4-D é de $0,20 \text{ mg kg}^{-1}$ de grãos, sendo que detectou-se a presença do resíduo apenas quando a aplicação foi realizada anterior a maturidade fisiológica na cultivar BRS 177. Para metsulfuron metílico a legislação não permite a presença de resíduos desse herbicida em grãos de trigo, sendo que não se detectou a presença do mesmo quando aplicado em pré-colheita, porém vale salientar que o limite de quantificação da análise é de $0,01 \text{ mg kg}^{-1}$ de grãos.

O herbicida paraquate quando aplicado em pré-colheita anterior e posterior a maturidade fisiológica nas cultivares de trigo BRS 177 e BRS Umbu não apresentaram resíduos superiores ao nível de quantificação da análise, ou seja, superior a $1,00 \text{ mg kg}^{-1}$ de grãos. Já, para o herbicida glufosinato de amônio verificou-se residual de $0,48 \text{ mg kg}^{-1}$ de grãos quando aplicado na cultivar BRS 177 anterior à maturidade fisiológica, sendo que nos demais tratamentos não foi possível detectar resíduos do herbicida dentro do limite máximo de quantificação da análise que é de $0,01 \text{ mg kg}^{-1}$ de grãos. Ressalta-se de maneira geral, que os herbicidas quando aplicados em estádios fenológicos mais avançados apresentam menores residuais nos grãos, bem como a cultivar BRS 177 (ciclo

médio) apresentou maiores residuas comparativamente a cultivar BRS Umbu (ciclo tardio).

3.4. CONCLUSÕES

A dessecação em pré-colheita com herbicida realizada no estágio posterior a maturidade fisiológica, de maneira geral, não influencia a qualidade fisiológica e a produtividade de sementes de trigo das cultivares BRS Umbu e BRS 177.

A dessecação de trigo com paraquate e glifosato realizada anterior a maturidade fisiológica reduz a viabilidade das sementes, sendo que o vigor é influenciado pela aplicação dos herbicidas quando a aplicação ocorre em estágio anterior ou posterior a maturidade fisiológica.

A aplicação de metsulfuron metílico, paraquate e 2,4-D não apresentam efeitos residuais elevados nos grãos se aplicados anterior ou posterior à maturidade fisiológica, enquanto a aplicação de glufosinato de amônio e glifosato anterior à maturidade fisiológica geram altos níveis de resíduo nos grãos de trigo.

4. CAPÍTULO III - Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de trigo em função da competição com nabo sob a aplicação de nitrogênio e de trinexapac-ethyl

4.1. INTRODUÇÃO

A produtividade da cultura do trigo está diretamente relacionada com o estabelecimento das plantas em campo, que por sua vez é reflexo das práticas de manejo utilizadas, com destaque para a utilização de sementes certificadas e com elevada qualidade. A adubação equilibrada com macro e micronutrientes, principalmente com doses adequadas de nitrogênio, o controle adequado de plantas daninhas doenças e insetos são fundamentais para a produção de sementes de trigo com alta qualidade fisiológica.

O interesse em elevar a produtividade da cultura do trigo tem estimulado e intensificado a adoção de práticas de manejo na cultura, destacando-se a utilização de elevadas doses nitrogênio. Para isso, a utilização de reguladores de crescimento vegetal torna-se ferramenta fundamental para melhorar a eficiência produtiva das plantas.

Na cultura do trigo, a deficiência em nitrogênio afeta a produção de biomassa e a eficiência de uso da radiação solar, com acentuado efeito sobre a produtividade de grãos e seus componentes (HEINEMANN et al., 2006, KUTMAN et al., 2011). No Brasil, tradicionalmente, são usados de 30 a 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio, sendo as menores doses utilizadas em solos mais férteis e em sucessão com leguminosas (PAGLIOSA et al., 2013). Baixas doses limitam a produtividade e altas doses podem levar ao acamamento, dificultando a colheita, reduzindo a produtividade e comprometendo a qualidade dos grãos (RODRIGUES et al., 2003; MASSAROTO et al., 2007; TEIXEIRA FILHO et al., 2010).

Com a utilização de cultivares modernos, tem-se observado máxima resposta na produtividade de grãos de trigo com as doses de adubação nitrogenada variáveis de 120 a 185 kg ha⁻¹ (TRINDADE et al., 2006, TEIXEIRA FILHO et al., 2010).

Assim, a utilização de técnicas de manejo que possibilitem elevar a tolerância ao acamamento passou a ser extremamente importante, uma vez que o acamamento prejudica a produtividade e a qualidade dos grãos do trigo e dificulta a colheita mecanizada (ZAGONEL e FERNANDES, 2007; ESPINDULA et al., 2010; TEIXEIRA FILHO et al., 2010). Nesse sentido, a utilização de regulador de crescimento, como o trinexapac-ethyl, tem se destacado pela eficiência na redução da estatura das plantas, melhoria da arquitetura foliar de trigo e pelo aumento do diâmetro de colmo, diminuindo o acamamento e aumentando o aproveitamento da radiação solar, com aumento da produtividade (ZAGONEL e FERNANDES, 2007).

O termo acamamento de planta refere-se à curvatura do caule em direção ao solo, causada pela massa de água acumulada nas espigas maduras, ventos, baixa resistência do colmo, entre outros fatores (ESPINDULA et al., 2010). Em cereais e outras culturas anuais graníferas, além de prejudicar a produtividade e a qualidade dos grãos, este fenômeno dificulta a colheita do grão de forma mecanizada (ZAGONEL e FERNANDES, 2007). De modo geral, o acamamento tem sido controlado mediante restrição da aplicação de fertilizantes nitrogenados e/ou com uso de cultivares resistentes (BUZETTI et al., 2006). No entanto, o problema também pode ser solucionado pela utilização de reguladores de crescimento.

O trinexapac-ethyl atua nas plantas reduzindo a elongação dos entre nós no estágio vegetativo, interferindo no final da rota metabólica da biossíntese do ácido giberélico (RAJALA e PELTONEN-SAINIO, 2001, HECKMAN et al., 2002), pela inibição da enzima 3β-hidroxilase (NAKAYAMA et al., 1990), reduzindo drasticamente o nível do ácido giberélico ativo (GA₁) e, assim, aumentando acentuadamente a quantidade do precursor biossintético imediato GA₂₀ (DAVIES, 1987). A provável causa da inibição do crescimento das plantas é a redução no nível do ácido giberélico ativo GA₁, que atua na elongação dos entre nós (RADEMACHER, 2000). Esse redutor de crescimento também inibe parcialmente o transporte de elétrons na mitocôndria, diminuindo a respiração celular, indicando outro local potencial de ação para o trinexapac-ethyl (HECKMAN et al., 2002).

Na região Sul do Brasil, as espécies *Liliopsida* – azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e *Magnoliopsida* – nabo (*Raphanus* spp.) destacam-se como as principais plantas daninhas infestantes da cultura do trigo, tendo sua incidência aumentada nos últimos anos devido à utilização como cobertura de solo e formação de pastagens de inverno (LAMEGO et al., 2013). Quanto maior a semelhança entre as espécies, mais intensa será a competição por recursos do meio (RADOSEVICH et al., 1997). A competição entre plantas ocorre se um (ou mais) dos recursos essenciais ao seu desenvolvimento e crescimento encontram-se em quantidade limitada para atender às necessidades de todos os indivíduos presentes no meio. No ambiente, pode ocorrer competição intraespecífica e/ou interespecífica, podendo a última ser mais representativa, dependendo do nicho ecológico (RIGOLI et al., 2008).

Na literatura faltam informações sobre o efeito da interferência de *Raphanus raphanistrum* em trigo, quando associado a utilização do trinexapac-ethyl como estratégia para aumento das doses de nitrogênio. A hipótese dessa pesquisa é que a competição de *Raphanus raphanistrum* reduz a produtividade de sementes de trigo e que a aplicação de trinexapac-ethyl permite aumentar as doses de nitrogênio e consequentemente da produtividade de sementes.

Diante desse contexto, objetivou-se na presente pesquisa avaliar a produtividade e a qualidade fisiológica de sementes de trigo em competição com nabo e sob a aplicação de trinexapac-ethyl e nitrogênio.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2012 em campo no Centro Agropecuário da Palma (CAP) e no Laboratório Didático de Análise de Sementes LDAS, ambos pertencentes à Universidade Federal de Pelotas (UFPel). O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso, com quatro repetições. O solo, classificado como Argissolo Vermelho-amarelo, de textura franco-arenosa, pertencente à unidade de mapeamento Pelotas (EMBRAPA, 2006). As unidades experimentais foram constituídas de parcelas com 1,53 m x 5 m, totalizando 7,65 m².

O preparo do solo foi realizado pelo sistema convencional de cultivo. Realizou-se a dessecação em área total com glifosato (Atanor 48[®]) na dose de 3 L ha⁻¹ e volume de calda de 120 L ha⁻¹, após a semeadura a fim de eliminar as plantas daninhas presentes e uniformizar a emergência delas e da cultura. A semeadura foi realizada no dia 22/06/2012, na densidade de 105 kg ha⁻¹ de sementes de trigo, cultivar BRS Guamirim (ciclo precoce), utilizando-se semeadora regulada para espaçamento entre linhas de 0,17 m e distribuição de 60 sementes por metro. As sementes foram tratadas com Vitavax-Thiram 200 SC[®] na dose de 2,5 mL kg⁻¹ de semente e Cruiser[®] na dose de 0,5 mL kg⁻¹ de semente, sendo o volume de calda utilizado de 13 mL kg⁻¹ de semente.

A adubação de base utilizada foi realizada de acordo a análise química do solo, sendo as demais adubações nitrogenadas em cobertura realizadas no estágio de perfilhamento e 15 dias após, conforme os tratamentos. O controle de plantas daninhas e insetos e as demais práticas de manejo foram realizadas conforme as recomendações para a cultura (INFORMAÇÕES TÉCNICAS PARA TRIGO E TRITICALE, 2011).

Os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial, sendo o fator A: a presença ou ausência da espécie daninha (nabo); o fator B: com ou sem aplicação de trinexapac-ethyl (Moddus[®]); e, o fator C doses de nitrogênio (0; 50; 100 e 150 kg de nitrogênio por hectare), sendo a fonte de nitrogênio utilizada uréia.

A população de cinco plantas por metro quadrado nos tratamentos em competição no nabo foi obtida a partir do banco de sementes do solo, sendo que para estabelecer a população desejada, protegeram-se as plantas com copos plásticos, e realizou-se aplicação do herbicida Basagran 600[®] (Bentazona), dose 1,3 L ha⁻¹ + Assist[®] na dose de 1 L ha⁻¹. Para o controle das espécies da família Poaceae foi utilizado o herbicida Topik 240[®] (clodinafope-propargil), na dose de 0,25 L ha⁻¹, acrescido de óleo mineral Assist[®] na dose de 0,5% v/v. O regulador de crescimento trinexapac-ethyl (Moddus[®]) foi aplicado na dose de 0,4 L ha⁻¹, no estágio em que as plantas apresentavam 1º e 2º nós visíveis. Para a aplicação dos herbicidas e do regulador de crescimento, utilizou-se pulverizador costal pressurizado com CO₂, equipado com quatro pontas 110 015 do tipo leque. Para a aplicação do herbicida o equipamento foi calibrado para aplicar o volume de calda de 120 L ha⁻¹, enquanto para aplicação do regulador de crescimento, o volume de calda utilizado foi de 200 L ha⁻¹.

A colheita foi realizada quando ambas as cultivares apresentavam em média grau de umidade de aproximadamente 16%. As variáveis número de sementes por espiga e número de antécios por espiga foram obtidas por contagem, realizadas em amostra de dez espigas, coletadas aleatoriamente na área útil de cada unidade experimental.

Após a colheita as plantas foram trilhadas e avaliou-se as variáveis índice de colheita, produtividade biológica, produtividade de sementes, peso hectolítrico e peso de mil sementes, conforme descrito abaixo:

Índice de colheita (IC): foi determinado em área de 0,25 m², pela divisão da produtividade de grãos pela produção de biomassa total acima do solo (produtividade biológica), de acordo com a fórmula: $IC (\%) = (Produção \text{ de Sementes (g)} / Produção \text{ de Fitomassa (g)}) \times 100$. A produtividade Biológica (PB) foi determinada em área de 0,25 m² pela pesagem da matéria seca total (Massa seca da parte aérea + grãos), obtida por parcela e seca em estufa com circulação forçada de ar aquecido a 60 °C por 72 horas.

Produtividade de sementes: foi obtida pela pesagem das sementes colhidas na área útil de 3,57 m² (7 linhas X 3 m) de cada parcela, transformado para kg ha⁻¹ e corrigido para 13% de umidade.

Peso hectolítrico (PH): determinado em quatro repetições por unidade experimental em balança específica, com capacidade de um litro de sementes, sendo o resultado expresso em kg hL⁻¹.

Peso de mil sementes (PMS) - foram utilizadas oito repetições de 100 sementes por unidade experimental. Para estas pesagens calculou-se a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação. Todas as unidades experimentais apresentaram coeficiente de variação inferior a quatro, portanto, multiplicou-se a média por 10, e assim obteve-se o peso de mil sementes (BRASIL, 2009).

A qualidade fisiológica das sementes produzidas foi avaliada pelos testes:

Germinação (G) - realizado com quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, em substrato de papel de germinação ("germitest"), previamente umedecido com água destilada, utilizando-se a proporção 2,5 vezes a massa do papel seco, e mantido à temperatura de 20 °C. As avaliações foram efetuadas conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) aos quatro e oito dias após a semeadura.

Primeira contagem da germinação (PCG) - constou da determinação da percentagem de plântulas normais aos quatro dias, após a semeadura, por ocasião da realização do teste de germinação.

Envelhecimento acelerado (EA) - foi utilizado caixa gerbox com tela metálica horizontal fixada na posição mediana. Foram adicionados 40 mL de água destilada ao fundo de cada caixa gerbox, e sobre a tela distribuídas as sementes a fim de cobrir a superfície da tela, constituindo uma única camada. Em seguida, as caixas contendo as sementes foram tampadas e mantidas em incubadora do tipo BOD, a 41 °C, por 72 horas. Após este período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente. A avaliação ocorreu após quatro dias, sendo os resultados expressos em percentagem de plântulas normais (MARCOS FILHO, 1999).

Teste de frio: foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por tratamento, distribuídas em substrato de papel de germinação "*germitest*", previamente umedecido com água destilada utilizando-se 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram colocados no interior de sacos plásticos e mantidos em refrigerador a 10 °C, durante sete dias. Após este período, procedeu-se o teste de germinação conforme descrito anteriormente. A avaliação ocorreu após quatro dias, sendo os resultados expressos em percentagem de plântulas normais (CÍCERO e VIEIRA, 1994).

Comprimento de parte aérea (CPA) e raiz (CR): realizado no quarto dia após a montagem do teste de germinação, sendo dez plântulas escolhidas aleatoriamente, obtidas a partir da semeadura de quatro repetições de 20 sementes por tratamento, no terço superior da folha de papel do tipo "*germitest*" umedecidas com quantidade de água na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram postos em germinador regulado a 20°C, conforme determinações descritas por Nakagawa, (1999). Determinou-se o comprimento total e da parte aérea das plântulas, com auxílio de régua graduada em milímetros, sendo o comprimento da raiz determinado pela diferença entre o comprimento total e o comprimento da parte aérea. Os comprimentos médios total de plântulas, parte aérea e raiz, foram obtidos somando-se as medidas de cada repetição e dividindo-se pelo número de plântulas avaliadas, com os resultados expressos em centímetros.

Os dados médios obtidos foram analisados quanto à normalidade e homocedasticidade e, posteriormente submetidos, à análise de variância, e sendo

significativa, procedeu-se à comparação entre médias de presença ou não de nabo (competição) e aplicação ou não de trinexapac-ethyl pelo teste “t” ($p \leq 0,05$) e regressão por modelos lineares para doses de nitrogênio ($p \leq 0,05$).

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se interação tripla entre os fatores para as variáveis peso hectolítrico, teste de frio e peso de sementes. No que diz respeito ao peso de mil sementes houve interação dupla quando ocorreu a aplicação de trinexapac-ethyl e a competição com nabo e a aplicação de trinexapac-ethyl e as doses de nitrogênio. Para os testes de envelhecimento acelerado, comprimento de raiz das plântulas e produtividade de sementes observou-se interação dupla entre a competição com nabo e as doses de nitrogênio. O número de sementes por espiga apresentou interação dupla entre os fatores aplicação de trinexapac-ethyl e dose de nitrogênio, bem como entre a competição com nabo e aplicação de trinexapac-ethyl. Para primeira contagem de germinação, germinação, índice de colheita e produtividade biológica ocorreu também interação dupla entre os fatores competição com nabo e dose de nitrogênio, assim como para a aplicação de trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio. As variáveis comprimento de parte aérea de plântula e número de antécios por espiga verificou-se apenas o efeito principal da competição com nabo e de doses de nitrogênio.

Ocorreu redução no número de sementes por espiga nas plantas que estavam em competição com nabo e com a aplicação de trinexapac-ethyl, sendo que o tratamento sem a aplicação de trinexapac-ethyl obteve desempenho superior ao tratamento com a aplicação do produto. Na ausência da competição com nabo, independentemente da aplicação ou não de trinexapac-ethyl, não houve interferência no número de sementes por espiga (Tabela 1). Em condição de competição, o nabo tende a alocar maior quantidade de recursos fotossintéticos no desenvolvimento de sua estatura (TIRONI et al., 2014), interferindo na translocação de fotoassimilados das plantas de trigo para formação de sementes.

Tabela 1. Número de sementes por espiga de plantas de trigo após a aplicação de trinexapac-ethyl e em competição com nabo (CAP/UFPel/2012).

Aplicação de trinexapac-ethyl	Número de sementes por espiga	
	Competição com nabo	
	Presença	Ausência
Com	^{1*} 19 *	21 ^{ns}
Sem	^{ns} 21	21
C.V. (%)	9,7	

¹ Médias antecedidas na linha, com ou sem a aplicação de trinexapac-ethyl, diferem (°) ou não diferem (^{ns}), e médias sucedidas na coluna, dentro de presença ou ausência da competição com nabo, diferem (°) ou não diferem (^{ns}), respectivamente, pelo teste t ($p \leq 0,05$).

O aumento das doses de nitrogênio com e sem a aplicação de trinexapac-ethyl, apresentou diferença apenas no tratamento sem a aplicação de nitrogênio, sendo que a aplicação de trinexapac-ethyl reduziu o número de sementes por espiga (Tabela 2). Pode se inferir que, a aplicação de trinexapac-ethyl em condições de estresse como deficiência de nitrogênio e em competição com nabo afetou negativamente o número de sementes produzidas por espiga. Em trigo, a manutenção da produtividade de grãos é atribuída à compensação dos seus principais componentes: número de espigas por unidade de área, número de grãos por espiga e massa média do grão (HOLEN et al., 2001). Nesse contexto, embora as maiores doses de trinexapac-ethyl tenham contribuído para o aumento do número de perfilhos férteis, elas reduziram o peso hectolítrico e o número de grãos por espiga, reduzindo a produtividade de grãos (PAGLIOSA et al., 2013).

Tabela 2. Número de sementes por espiga de trigo após a aplicação de trinexapac-ethyl e adubação com diferentes doses de nitrogênio (CAP/UFPel/2012).

Doses de nitrogênio (kg ha ⁻¹)	Número de sementes por espiga	
	Aplicação de trinexapac-ethyl	
	Com	Sem
0	^{1*} 16	19
50	^{ns} 20	22
100	^{ns} 22	20
150	^{ns} 22	22
C.V. (%)	9,7	

¹ Médias antecedidas na linha, diferem (°) ou não diferem (^{ns}), respectivamente, pelo teste t ($p \leq 0,05$).

Nos tratamentos em que se realizou a aplicação de trinexapac-ethyl houve incremento no número de sementes por espiga à medida que aumentou a dose de nitrogênio, até 143,3 kg de nitrogênio por hectare (Figura 1A). Na ausência da aplicação de trinexapac-ethyl, a resposta desta variável ao aumento das doses de nitrogênio não se ajustou a nenhum dos modelos testados. O número de antécios por espiga aumentou linearmente com o aumento das doses de nitrogênio até a dose de 150 kg de nitrogênio por hectare (Figura 1B). Em relação ao índice de colheita, com e sem competição com nabo e sob diferentes doses de nitrogênio, nenhum dos modelos testados se ajustou aos resultados obtidos (Figura 1C). Entretanto, constatou-se redução linear para esta mesma variável na ausência de aplicação com de trinexapac-ethyl e à medida que aumentou a dose de nitrogênio aplicada, independentemente de ser com ou sem a competição com a planta daninha (Figura 1C). Esta redução foi na ordem de 3,25 unidades por 50 kg de nitrogênio.

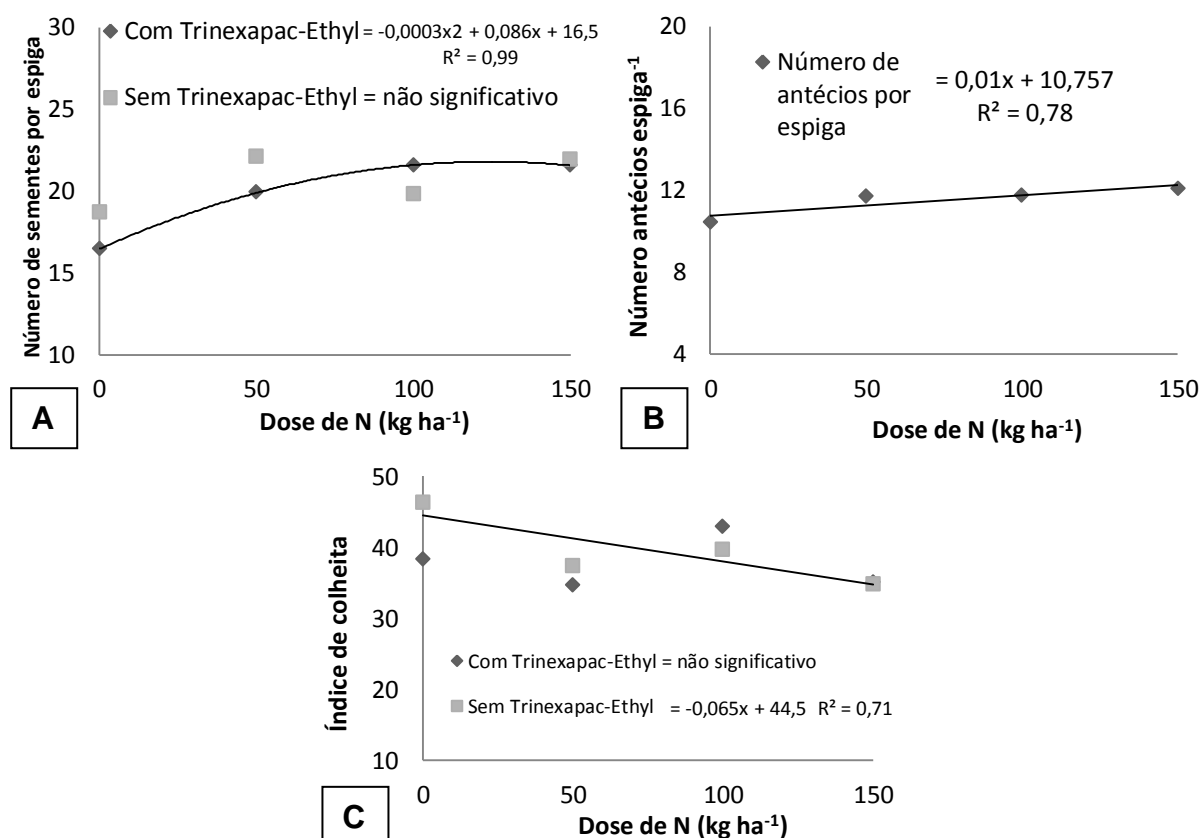


Figura 1. Número de sementes de trigo por espiga em função da aplicação de trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio (A); número de antécios por espiga de trigo em função das doses de nitrogênio (B) e índice de colheita de trigo em função da aplicação de trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio (C) (CAP/UFPel/2012).

O número de antécios por espiga não foi afetado pela competição das plantas de trigo com nabo (Tabela 3). Acredita-se que essa variável não sofreu efeitos diferenciais impostos pelas condições de competição com as plantas daninhas em razão de a qualidade da luz modular o alongamento do colmo principal e devido à capacidade do trigo em emitir e produzir afilhos férteis (AGOSTINETTO et al., 2008).

Tabela 3. Número de antécios por espiga de trigo em competição com nabo (*Raphanus raphanistrum*) (CAP/UFPel/2012).

Competição com nabo	Número de antécios por espiga
Presença	¹ 11 ^{ns}
Ausência	12
C.V. (%)	7,1

¹ Médias na coluna, diferem (*) ou não diferem (^{ns}) respectivamente, pelo teste t (p≤0,05).

Tanto a produtividade biológica que relaciona a produção de grãos com a biomassa total produzida acima do solo quanto o índice de colheita, sofreram redução na ausência de nitrogênio e com aplicação de trinexapac-ethyl (Tabela 4). Nas doses de nitrogênio de 50, 100 e 150 kg ha⁻¹, na presença ou ausência da aplicação de trinexapac-ethyl não tiveram interferência no índice de colheita e na produtividade biológico.

Tabela 4. Índice de colheita e produtividade biológico após a aplicação de doses de nitrogênio, germinação (G) e número de sementes por espiga de trigo, após a aplicação de doses de nitrogênio e em competição com nabo (CAP/UFPel/2012).

Doses de nitrogênio (kg ha ⁻¹)	Índice de colheita		Produtividade biológica (kg ha ⁻¹)	
	Aplicação de trinexapac-ethyl			
	Com	Sem	Com	Sem
0	^{1*} 38,33	46,39	[*] 2957	3541
50	^{ns} 34,77	37,44	^{ns} 6609	6236
100	^{ns} 43,00	39,71	^{ns} 6956	6517
150	^{ns} 35,17	34,82	^{ns} 6853	7232
C.V. (%)	14,3		9,8	

¹ Médias antecedidas na linha, diferem (*) ou não diferem (^{ns}), respectivamente, pelo teste t (p≤0,05).

Para a variável índice de colheita, a única dose de nitrogênio que apresentou diferença em relação à competição foi a de 150 kg⁻¹, onde a competição apresentou

desempenho superior ao tratamento sem competição (Tabela 5). A presença e ou ausência de nabo e a aplicação de 50 e 150 kg ha⁻¹ não afetaram a produtividade biológica, contudo, a dose de 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio e a ausência da aplicação com a presença de nabo reduziram a produtividade biológica das plantas (Tabela 5).

Tabela 5. Índice de colheita e produtividade biológico de trigo, após a aplicação de doses de nitrogênio e em competição com nabo (*Raphanus raphanistrum*) (CAP/UFPel/2012).

Dose de Nitrogênio (kg ha ⁻¹)	Índice de colheita		Produtividade biológica (kg ha ⁻¹)	
	Competição com nabo		Presença	Ausência
	Presença	Ausência		
0	¹ ns 41,36	43,36	* 2922	3576
50	^{ns} 35,87	36,34	^{ns} 6197	6648
100	^{ns} 37,13	45,57	* 7164	6309
150	* 37,72	32,27	^{ns} 6849	7236
C.V. (%)	14,3		9,8	

¹ Médias antecedidas na linha, diferem (°) ou não diferem (^{ns}), respectivamente, pelo teste t (p≤0,05).

A produtividade biológica (PB) foi incrementada pelo aumento da dose de nitrogênio, tanto para o tratamento com aplicação de trinexapac-ethyl que apresentou comportamento quadrático, como para o tratamento sem a aplicação de trinexapac-ethyl, que apresentou um incremento linear. Contudo, observou-se que nos tratamentos sujeitos a aplicação de trinexapac-ethyl, o ponto de máxima eficiência foi obtido em doses menores de nitrogênio, sugerindo maior aproveitamento deste nutriente pela cultura se a mesma encontra-se sob efeito de trinexapac-ethyl. Enquanto, na ausência de trinexapac-ethyl o aumento das doses de nitrogênio causou um aumento linear da produtividade biológica até a dose de nitrogênio de 150 kg ha⁻¹ (Figura 2A). Em relação à presença ou ausência de competição entre o nabo e o trigo, a produtividade biológica respondeu de maneira semelhante, em ambos os casos, o aumento da dose de nitrogênio incrementou o rendimento biológico (Figura 2B). A tendência apresentada na presença da competição com nabo foi quadrática positiva com ponto de máxima de 110,6 kg nitrogênio por hectare, enquanto que na ausência da competição o aumento das doses de nitrogênio provocou o aumento linear até a dose de nitrogênio de 150 kg ha⁻¹, semelhantemente como ocorreu na ausência da aplicação de trinexapac-ethyl (Figura 2A).

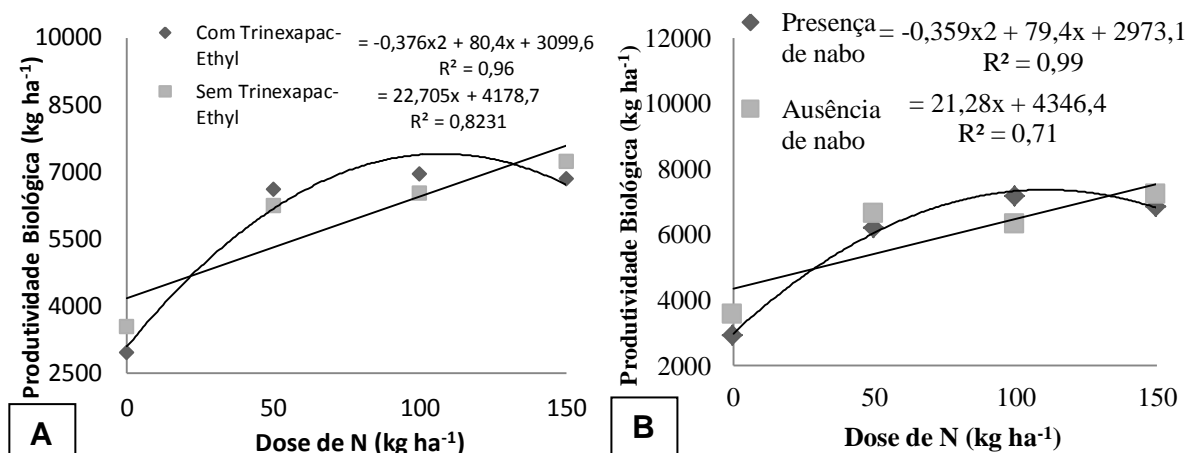


Figura 2. Produtividade biológica de trigo em função da aplicação de trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio (A) e produtividade biológico (PB) de trigo em função da competição com nabo (B) (CAP/UFPel/2012).

A produtividade de sementes na ausência da aplicação de nitrogênio e com a aplicação de 100 kg ha⁻¹, na presença da competição com nabo, apresentou desempenho superior ao tratamento em que não houve competição. Nas demais doses não ocorreram diferenças em relação à competição com nabo (Tabela 6).

Tabela 6. Produtividade de sementes de trigo, após aplicação de doses de nitrogênio e em competição com nabo (CAP/UFPel/2012).

Dose de Nitrogênio (kg ha ⁻¹)	Produtividade de Sementes (kg ha ⁻¹)	
	Competição com nabo	
	Presença	Ausência
0	^{1*} 740,3	885,8
50	^{ns} 1629,4	1743,2
100	[*] 1866,6	1558,9
150	^{ns} 1777,7	1956,6
C.V. (%)	11,7	

¹ Médias antecedidas na linha, diferem (^{*}) ou não diferem (^{ns}), respectivamente, pelo teste t (p≤0,05).

A produtividade de sementes foi beneficiada pelo aumento das doses de nitrogênio, tanto nos tratamentos em competição com nabo, quanto nos tratamentos sem competição (Figura 3). Quando ocorreu a competição entre o trigo e o nabo a tendência foi quadrática

positiva com ponto de máxima na dose de 109 kg de nitrogênio por hectare, já na ausência da competição com a planta daninha o aumento das doses de nitrogênio até 150 kg ha⁻¹ incrementou linearmente a produtividade de sementes. Vale ressaltar que o aumento da dose de nitrogênio de zero para a dose de máxima eficiência, determinou incremento na produtividade de sementes igual 1955 kg ha⁻¹, correspondente a 167,9%, na presença de nabo. Na ausência de nabo, a elevação da dose de nitrogênio de zero para a dose de máxima eficiência ocasionou ganho de produtividade de sementes de 1885 kg ha⁻¹, correspondente a aproximadamente 200%. Máximas repostas na produtividade de grãos de trigo foram obtidas por Trindade et al. (2006) e por Teixeira Filho et al (2010) utilizando doses de nitrogênio variáveis de 120 a 185 kg ha⁻¹.

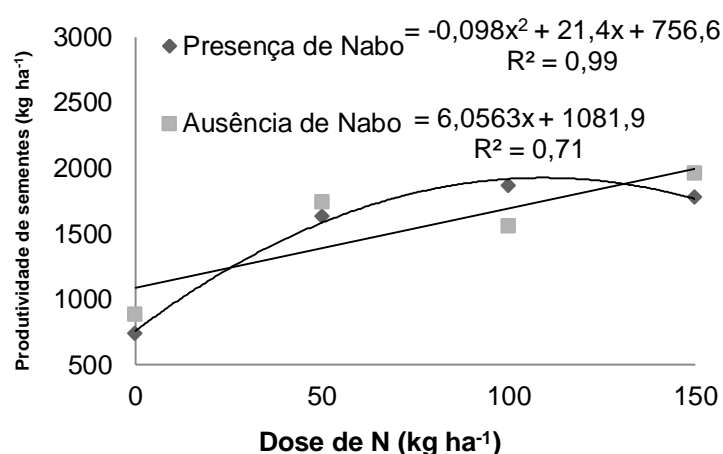


Figura 3. Produtividade de sementes de trigo em função da presença ou ausência da competição com nabo e doses de nitrogênio (A) (CAP/UFPel/2012).

O peso hectolítrico das sementes de trigo sem a aplicação de nitrogênio e sem a aplicação de trinexapac-ethyl foi superior na ausência de nabo (Tabela 7). Ainda na ausência da aplicação de nitrogênio observou-se que a aplicação de trinexapac-ethyl reduziu o peso hectolítrico das sementes, tanto em presença quanto na ausência da planta daninha. A aplicação de 50 e 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio com e sem a aplicação de trinexapac-ethyl, e na presença ou ausência da competição com nabo não diferiram entre os tratamentos, com exceção do tratamento na ausência da competição e com a aplicação de trinexapac-ethyl na dose de 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio em que o peso hectolítrico foi superior quando ocorreu a aplicação do produto. Na maior dose de N

testada, verificou-se que a ausência da competição com nabo e sem a aplicação de trinexapac-ethyl proporcionou mais peso hectolítrico, já os demais tratamentos não diferiram. A suplementação com nitrogênio na dose de 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio conferiu maior peso do hectolítrico (73,45) em comparação à dose de 120 kg ha⁻¹ (72,08) (PAGLIOSA et al., 2013). Os menores valores de peso hectolítrico observados em condições de maior disponibilidade de adubação nitrogenada se devem à maior competição por nutrientes e fotoassimilados (COELHO et al., 1998).

Tabela 7. Peso hectolítrico de sementes de trigo após a aplicação de doses de nitrogênio, trinexapac-ethyl e em competição com nabo (CAP/UFPEl/2012).

Dose de Nitrogênio (kg ha ⁻¹)	Aplicação de trinexapac-ethyl	Peso hectolítrico (kg hl ⁻¹)	
		Competição com nabo	
		Presença	Ausência
0	Sem	^{1*} 73,94 *	74,92 *
	Com	* 70,40	73,05
50	Sem	^{ns} 73,58 ^{ns}	73,92 ^{ns}
	Com	^{ns} 73,80	73,86
100	Sem	^{ns} 73,75 ^{ns}	73,45 *
	Com	* 73,33	74,28
150	Sem	* 72,81 ^{ns}	73,77 ^{ns}
	Com	^{ns} 73,13	73,85
C.V.(%)		0,97	

¹ Médias antecedidas na linha, com ou sem a aplicação de trinexapac-ethyl, diferem () ou não diferem (^{ns}) pelo teste t (p≤0,05). Médias sucedidas na coluna, dentro de presença ou ausência da competição com nabo, diferem () ou não diferem (^{ns}), pelo teste t (p≤0,05), dentro de cada dose de nitrogênio.

Para a variável peso hectolítrico, o tratamento sem aplicação de trinexapac-ethyl e em competição com nabo apresentou comportamento quadrático positivo, com ponto de máxima eficiência na dose de 20 kg de nitrogênio por hectare (Figura 4), correspondendo a 73,90 kg hl⁻¹. Os tratamentos com aplicação de trinexapac-ethyl e em competição com nabo, da mesma forma, responderam de forma quadrática positiva com ponto de máxima na dose de 86,6 kg de nitrogênio por hectare. Quando não ocorreu a aplicação de trinexapac-ethyl e nem competição com nabo houve uma redução linear do peso hectolítrico na ordem de 0,79 kg hl⁻¹ para cada 100 kg de nitrogênio adicionado via adubação. Os tratamentos submetidos à aplicação de trinexapac-ethyl e sem competição com nabo apresentaram tendência quadrática positiva com ponto de máxima eficiência na

dose de 46 kg de nitrogênio por hectare. Os menores valores de peso hectolítrico observados em condições de maior disponibilidade de adubação nitrogenada se devem à maior competição por nutrientes e fotoassimilados (COELHO et al., 1998).

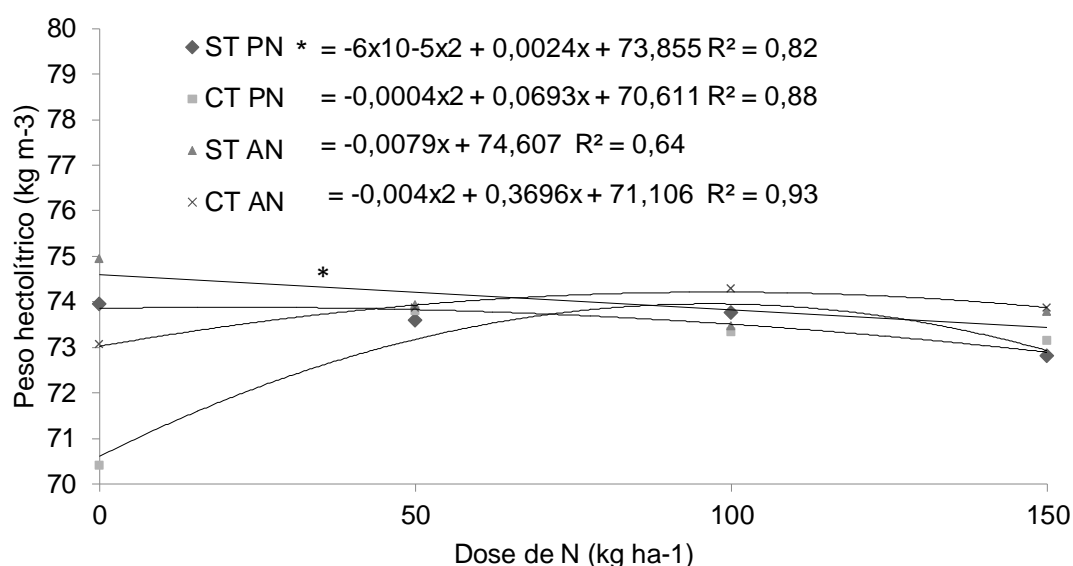


Figura 4. Peso hectolítrico em função da aplicação de trinexapac-ethyl e a competição com nabo e doses de nitrogênio (CAP/UFPel/2012). *ST PN: Sem trinexapac-ethyl e presença da competição; CT PN: Com trinexapac-ethyl e presença da competição; ST AN: Sem trinexapac-ethyl e ausência da competição; CT AN: Com trinexapac-ethyl e ausência da competição.

A aplicação de trinexapac-ethyl e a presença da competição com nabo reduziu o peso de mil sementes (Tabela 8). Na ausência de nabo não houve diferença entre os tratamentos, bem como não houve diferença entre os tratamentos com a presença ou ausência de nabo, quando não se realizou a aplicação de trinexapac-ethyl, enquanto com a aplicação de trinexapac-ethyl e competição, constatou-se redução da variável.

Tabela 8. Peso de mil sementes de trigo após aplicação de trinexapac-ethyl e competição com nabo (CAD/UFPel/2012).

Aplicação de trinexapac-ethyl	Peso de mil sementes (g)	
	Competição com nabo	
	Presença	Ausência
Sem	^{1ns} 35,6 *	36,3 ^{ns}
Com	* 33,2	35,5
C.V.(%)	3,38	

¹ Médias antecedidas na linha, com ou sem a aplicação de trinexapac-ethyl, diferem (*) ou não diferem (^{ns}) e médias sucedidas na coluna, dentro de presença ou ausência da competição com nabo, diferem (*) ou não diferem (^{ns}), respectivamente, pelo teste t ($p \leq 0,05$).

A aplicação de trinexapac-ethyl reduziu o peso de mil sementes apenas nos tratamentos sem a aplicação de nitrogênio (Tabela 9). Nos demais tratamentos, não se verificaram diferenças nas diferentes doses de nitrogênio e na presença ou ausência da aplicação de trinexapac-ethyl. Há indicativo de que a dose de trinexapac-ethyl deve ser ajustada a cada cultivar, sobretudo em genótipos com maior resistência (BERTI et al., 2007). Em 2009, a aplicação de trinexapac-ethyl não afetou a produtividade dos cultivares avaliados (PAGLIOSA, et al., 2013). Matisyak (2006) também verificou respostas dependentes das condições meteorológicas, especialmente da precipitação pluvial e da temperatura.

Tabela 9. Peso de mil sementes de trigo após aplicação de nitrogênio e aplicação de trinexapac-ethyl (CAD/UFPel/2012).

Dose de Nitrogênio (kg ha ⁻¹)	Peso de mil sementes (g)	
	Aplicação de trinexapac-ethyl	
	Com	Sem
0	^{1*} 32,5	36,3
50	^{ns} 35,2	36,3
100	^{ns} 34,9	35,9
150	^{ns} 34,7	35,4
C.V.(%)	3,38	

¹ Médias antecedidas na linha, diferem (*) ou não diferem (^{ns}), respectivamente, pelo teste t ($p \leq 0,05$).

De modo geral, o peso de mil sementes foi maior nos tratamentos sem aplicação de trinexapac-ethyl (Figura 5). Contudo, na ausência de trinexapac-ethyl, o aumento das

doses de nitrogênio até 150 kg ha⁻¹ resultaram em redução do peso de mil sementes, enquanto que nos tratamentos com trinexapac-ethyl houve acréscimo até a dose de 94,8 kg de nitrogênio ha⁻¹.

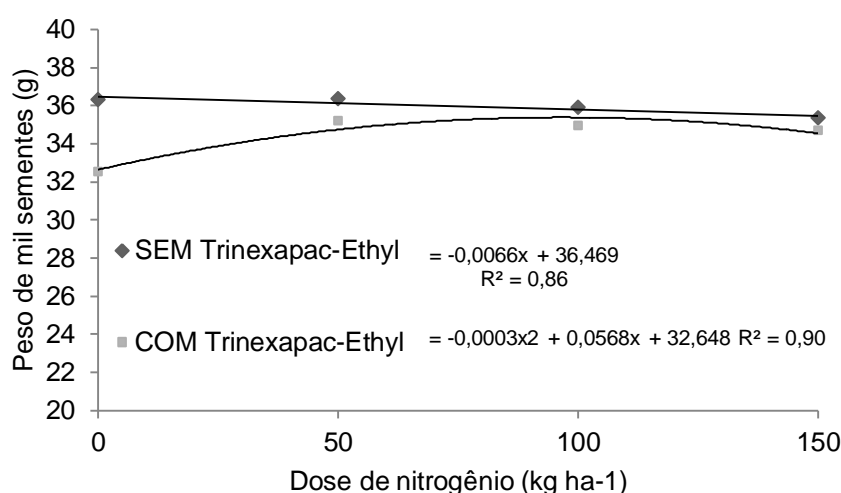


Figura 5. Peso de mil sementes em função da aplicação de trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio (CAP/UFPel/2012).

De maneira geral, a porcentagem de plântulas normais obtidas nos testes de primeira contagem da germinação, germinação e envelhecimento acelerado, provenientes dos tratamentos sem a aplicação de nitrogênio, foram inferiores quando em competição com nabo (Tabela 10). De modo semelhante, a aplicação de 100 ou 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na ausência do competidor, favoreceu o vigor, determinado pelo teste de primeira contagem da germinação e teste de envelhecimento acelerado e a viabilidade, determinada pelo teste de germinação, a exceção do teste de envelhecimento acelerado na dose de 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

Tabela 10. Viabilidade e vigor de sementes de trigo avaliadas pelo teste de primeira contagem da germinação (PCG), germinação (G) e envelhecimento acelerado (EA), após a aplicação de doses de nitrogênio e em competição com nabo (CAP/UFPel/2012).

	PCG (%)		G (%)		EA (%)	
Dose de Nitrogênio (kg ha ⁻¹)	Competição com nabo					
	Presença	Ausência	Presença	Ausência	Presença	Ausência
0	¹ * 72	81	* 76	86	* 57	68
50	^{ns} 77	74	^{ns} 79	78	^{ns} 67	67
100	* 70	75	* 74	78	^{ns} 69	71
150	* 70	75	* 74	78	* 75	72
C.V. (%)	3,9		3,4		4,2	

¹ Médias antecedidas na linha, diferem (*) ou não diferem (^{ns}), respectivamente, pelo teste t (p≤0,05).

Nos testes de primeira contagem da germinação e germinação verificou-se que a utilização de 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio com a aplicação de trinexapac-ethyl interferiram positivamente no vigor e na viabilidade das sementes, respectivamente, superando os tratamentos sem a aplicação do regulador de crescimento (Tabela 11). Os demais tratamentos com a aplicação de doses de nitrogênio e com ou sem a aplicação de trinexapac-ethyl não apresentaram diferenças significativas.

Tabela 11. Primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G) e número de sementes por espiga de trigo, após a aplicação de doses de nitrogênio e em competição com nabo (CAP/UFPel/2012).

competição com rabe (CARIOTIPE/2012):				
	PCG (%)		G (%)	
Dose de Nitrogênio (kg ha ⁻¹)	Aplicação de trinexapac-ethyl			
	Com	Sem	Com	Sem
0	^{1ns} 74	79	^{ns} 79	84
50	* 79	72	* 81	76
100	^{ns} 73	71	^{ns} 77	74
150	^{ns} 74	70	^{ns} 77	75
C.V. (%)	3,9		3,4	

¹ Médias antecedidas na linha, diferem (*) ou não diferem (^{ns}), respectivamente, pelo teste t (p≤0,05).

Constatou-se redução linear da germinação na ordem de 2,7% de sementes germinadas por 100 kg de nitrogênio aplicado, nos tratamentos em competição com nabo (Figura 6A). Na ausência da competição também ocorreu a redução linear do número de

plântulas normais obtidas no teste de germinação, sendo que a cada 100 kg de nitrogênio aplicado ocorreu a redução de 4,9%.

Contrariamente ao teste de germinação, na avaliação da primeira contagem da germinação, os tratamentos em competição com nabo obtiveram incremento de 2,9% no vigor na dose de 44 kg ha⁻¹ de nitrogênio por hectare (Figura 6B). Já os tratamentos em ausência de competição apresentaram tendência semelhante ao do teste de germinação, tendo reduzido o percentual de plântulas germinadas até a dose de 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Nos tratamentos submetidos à aplicação de trinexapac-ethyl, nenhum dos modelos testados se ajustou aos resultados obtidos (Figura 6C). Na ausência de trinexapac-ethyl o número de plântulas normais obtidos no teste de primeira contagem de germinação tendeu a reduzir até a dose de 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

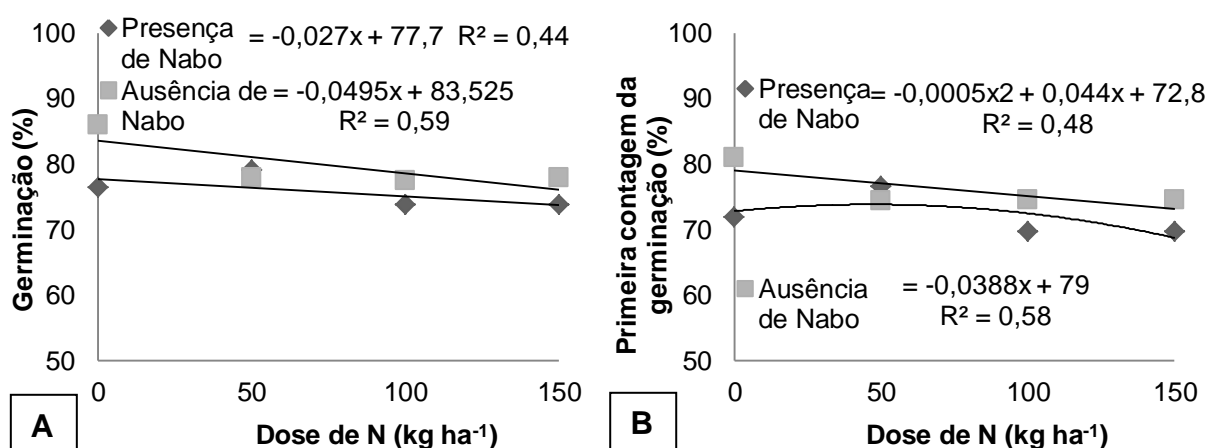


Figura 6. Germinação de sementes de trigo em função da competição com nabo e doses de nitrogênio (A) e primeira contagem da germinação de sementes de trigo em função da competição com nabo e doses de nitrogênio (B) (CAP/UFPel/2012).

Para o teste de frio, constatou-se que sem a aplicação de trinexapac-ethyl, nos níveis 0 e 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio não diferiram estatisticamente na presença ou ausência da competição com o nabo. Entretanto, nas doses de 100 e 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio diferiram na presença ou ausência da competição com a planta daninha, sendo que na dose de 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio sem competição, o tratamento obteve maior desempenho. Na dose de 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio, a ausência da competição promoveu maior vigor de sementes avaliado pelo teste de frio. Com a aplicação de trinexapac-ethyl, apenas no tratamento sem a aplicação de nitrogênio, a presença da competição entre as plantas de trigo e nabo obtiveram vigor superior às sementes produzidas na ausência da

competição, sendo que nas demais doses de nitrogênio não foram identificadas diferenças entre os tratamentos.

Tabela 12. Vigor de sementes de trigo avaliado pelo teste de frio, após a aplicação de doses de nitrogênio, aplicação de trinexapac-ethyl e em competição com nabo (CAP/UFPel/2012).

Dose de N (kg ha ⁻¹)	Aplicação de trinexapac-ethyl	Teste de Frio (%)	
		Competição com nabo	
		Presença	Ausência
0	Sem	^{1ns} 87 ^{ns}	88 *
	Com	* 88	72
50	Sem	^{ns} 79 ^{ns}	79 ^{ns}
	Com	^{ns} 81	81
100	Sem	* 77 *	79 ^{ns}
	Com	^{ns} 82	78
150	Sem	* 78 ^{ns}	72 *
	Com	^{ns} 80	83
C.V. (%)		4,4	

¹ Médias antecedidas na linha, com ou sem a aplicação de trinexapac-ethyl, diferem (°) ou não diferem (^{ns}) pelo teste t (p≤0,05). Médias sucedidas na coluna, dentro de presença ou ausência da competição com nabo, diferem (°) ou não diferem (^{ns}), pelo teste t (p≤0,05), dentro de cada dose de nitrogênio.

No teste de frio, o vigor foi reduzido em escala linear na ordem de 5,6%, 4,5%, 9,6% de plântulas germinadas por 100 kg de nitrogênio aplicado na adubação nos tratamentos sem competição com nabo e sem aplicação de trinexapac-ethyl, sem competição com nabo e com aplicação de trinexapac-ethyl e em competição com nabo e sem aplicação de trinexapac-ethyl, respectivamente (Figura 7). Apenas no tratamento em competição com nabo e com aplicação de trinexapac-ethyl teve seu vigor incrementado pelo aumento das doses de nitrogênio, sendo este na ordem de 5,9% por 100 kg de nitrogênio.

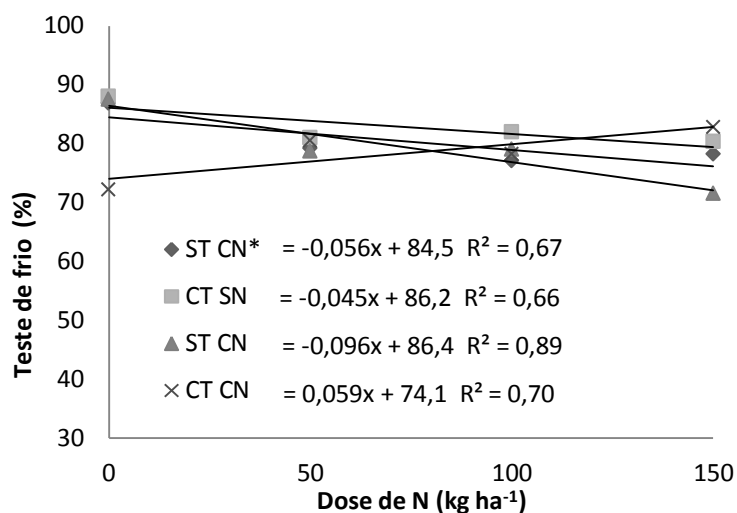


Figura 7. Teste de frio de sementes de trigo em função da competição com nabo, aplicação de trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio (CAP/UFPel/2012). *ST PN: Sem trinexapac-ethyl e presença da competição; CT PN: Com trinexapac-ethyl e presença da competição; ST AN: Sem trinexapac-ethyl e ausência da competição; CT AN: Com trinexapac-ethyl e ausência da competição.

O comprimento da parte aérea das plântulas em função do fator competição demonstrou que a ausência da competição com as plantas daninhas proporcionou sementes mais vigorosas (Tabela 13). O nabo foi mais competitivo que o trigo para as variáveis área foliar e matéria seca da parte aérea (RIGOLI, 2008), de modo que essa característica das plantas possibilitou que o nabo influenciasse a qualidade das sementes de trigo, principalmente, o vigor.

Tabela 13. Vigor de sementes de trigo obtidas pelo teste de comprimento de parte aérea (CPA) de plântulas de trigo após competição com nabo (*Raphanus raphanistrum*) (CAP/UFPel/2012).

Competição com nabo	CPA (cm)
Presença	¹ 2,7 *
Ausência	2,9
C.V. (%)	6,7

¹ Médias sucedidas na coluna, diferem () ou não diferem (^{ns}), respectivamente, pelo teste t (p≤0,05).

Observou-se que o comprimento de raiz das plântulas sem a aplicação de nitrogênio e na presença da competição, gerou plântulas com maior sistema radicular, assim como na dose de 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio (Tabela 14). Infere-se que, as plantas de

trigo em competição devido à presença de nabo apresentaram estresse por causa da competição por água, substrato, nutrientes e principalmente nitrogênio. Diante disso, tiveram que desenvolver mecanismos de adaptação ao meio, gerando sementes mais vigorosas. Na dose de 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio, como o nitrogênio disponível no meio não foi limitante para o crescimento das plantas, as plantas não sofreram pela presença ou ausência da competição com nabo, entretanto na dose de 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio a ausência da competição com a planta daninha proporcionou plântulas de trigo com maior crescimento radicular.

Tabela 14. Comprimento de raiz de plântulas de trigo após a adubação com doses de nitrogênio e em competição com nabo (*Raphanus raphanistrum*) (CAP/UFPel/2012).

Dose de Nitrogênio (kg ha ⁻¹)	Comprimento de raiz (cm)	
	Competição com nabo	
	Presença	Ausência
0	* 7,3	7,1
50	* 7,2	6,9
100	^{ns} 7,1	7,0
150	* 6,8	7,1
C.V. (%)	3,6	

¹ Médias antecedidas na linha, diferem () ou não diferem (^{ns}), respectivamente, pelo teste t (p≤0,05).

O vigor das sementes produzidas, avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado, sofreu incremento pelo aumento da dose de nitrogênio tanto na ausência de competição, onde apresentou acréscimo linear na ordem de 2,7% por 100 kg de nitrogênio aplicado na adubação, quanto na presença de competição, cuja a tendência apresentada foi quadrática positiva (Figura 8).

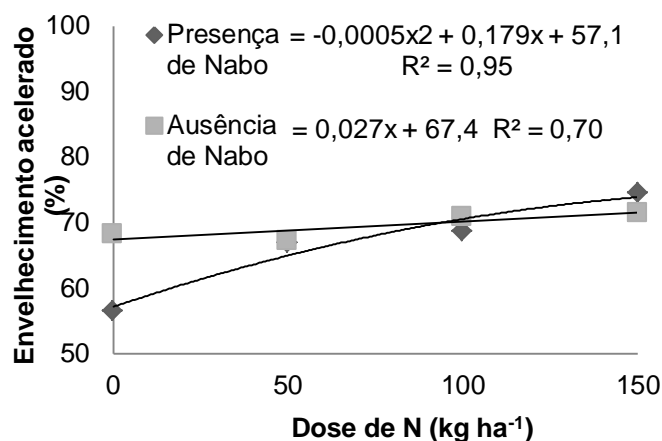


Figura 8. Envelhecimento acelerado de sementes de trigo em função da competição com nabo e doses de nitrogênio (CAP/UFPel/2012).

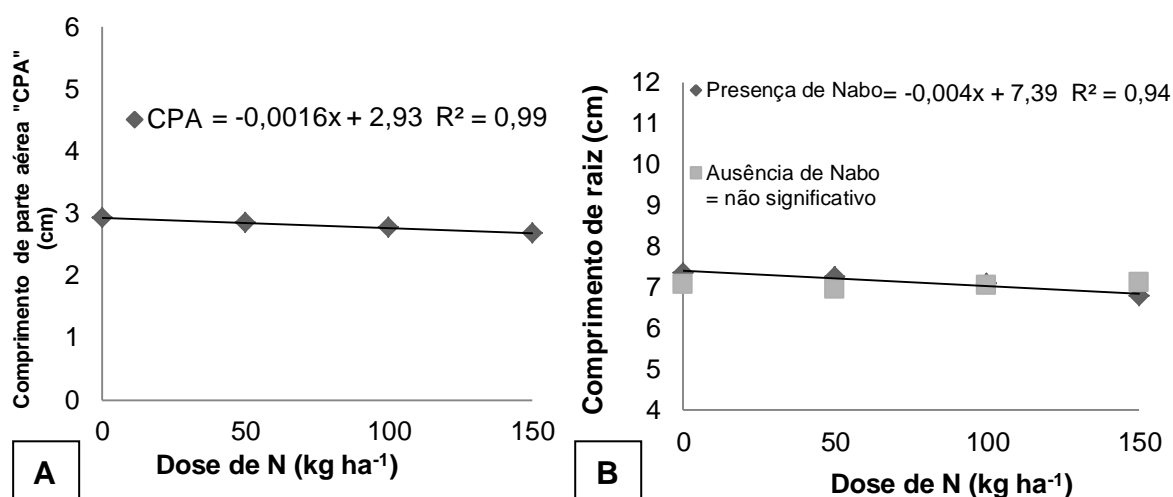


Figura 9. Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de trigo em função das doses de nitrogênio (A) e comprimento de raiz de plântulas de trigo (B) em função da competição com nabo e doses de nitrogênio (CAP/UFPel/2012).

O vigor das sementes de trigo verificado pelo teste de comprimento de parte aérea das plântulas foi reduzido em escala linear, independentemente dos demais fatores testados (Figura 9A). Da mesma forma, nos tratamentos em competição com nabo, o comprimento de raiz reduziu linearmente com as doses de nitrogênio aplicado durante o cultivo, enquanto na ausência do competidor não se verificou ajuste dos modelos testados aos dados (Figura 9B).

A aplicação de trinexapac-ethyl juntamente com o aumento das doses de nitrogênio, visam reduzir a estatura das plantas de trigo, evitando o acamamento e

possibilitando o aumento da produtividade de sementes. Diante desse contexto, verificou-se que a aplicação de trinexapac-ethyl realizada entre o primeiro e segundo nós visíveis em plantas de trigo, cultivar BRS Guamirim, e na presença da competição com nabo reduziram a produtividade de sementes de trigo, porém sem influenciar a qualidade fisiológica das sementes produzidas. Vale ressaltar, a importância no controle de plantas daninhas na produção de sementes de trigo e a busca por novas técnicas de manejo que propiciem a obtenção de altas produtividades, com alta qualidade fisiológica das sementes produzidas.

4.4. CONCLUSÕES

A cultivar de trigo BRS Guamirim, em competição com nabo e submetida à adubação suplementar com nitrogênio, de maneira geral, apresenta aumento da produtividade de sementes até a dose de 100 kg ha⁻¹, enquanto na ausência da competição o aumento ocorre até a dose de 150 kg ha⁻¹, apesar da qualidade fisiológica das sementes serem reduzidas com o incremento das doses.

A ausência de adubação com nitrogênio, juntamente com a competição com nabo e a aplicação de trinexapac-ethyl ocasionam decréscimo na produtividade, sem prejudicar negativamente a qualidade fisiológica das sementes de trigo.

5. CAPÍTULO IV - Competição e nível de dano econômico para controle de nabo na cultura do trigo

5.1. INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é um dos componentes básicos da alimentação dos mais variados povos, sendo responsável por grande parte da dieta calórica da população. A área semeada de trigo no Brasil na safra de 2013/14, apresentou incremento de 16,6% em relação à safra anterior, atingindo 2,2 milhões de hectares e produção de aproximadamente 5,5 milhões de toneladas. Os Estados do Rio Grande do Sul e Paraná destacam-se como os principais produtores, responsáveis por aproximadamente 57% e 33% da produção nacional, respectivamente (CONAB, 2014d).

Entre os fatores que limitam a produtividade da cultura do trigo está a competição com as plantas daninhas. Para a produção de trigo, de excelente qualidade, é necessário que se tenha manejo adequado das plantas daninhas (PENCKOWSKI et al., 2003). O potencial competitivo dessas plantas, pelos recursos do meio, podem variar em função da espécie presente na área (RIGOLI et al., 2008), do nível populacional (VIDAL et al., 2004) e da época da emergência em relação à da cultura (SILVA et al., 2009), bem como pelas características competitivas das próprias cultivares (GALON et al., 2007).

A competição das plantas daninhas leva ao menor fornecimento de alguns recursos para as culturas, levando a deficiências que culminam em alterações nas características fisiológicas, deficiência hídrica (FLOSS, 2008), nutricional (MELO et al., 2009) e menor qualidade ou quantidade de luminosidade (SHARKEY e RASCHKE, 1981). Se a população da planta daninha é elevada, a decisão de controle torna-se menos onerosa, em função do conhecimento prévio do potencial prejuízo que a competição pode causar

na produtividade da cultura e consequentemente na rentabilidade. Porém, em baixas populações, a decisão de adotar ou não alguma medida de controle é dificultada pela existência de estreita relação entre o custo dessa medida e quanto prejuízo a população da planta daninha pode causar à produtividade (KNEZEVIC et al., 1997; AGOSTINETTO et al., 2007; PORTUGAL e VIDAL, 2009). Assim, se for possível prever antecipadamente a redução de produtividade que as plantas daninhas causam à cultura, poder-se-á determinar se é viável ou não a adoção de medidas de controle (ADATI et al., 2006).

Várias espécies de plantas daninhas ocasionam perdas econômicas para o trigo. Na região Sul, as espécies azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e nabo (*Raphanus* spp.) destacam-se como as principais plantas daninhas infestantes da cultura, tendo sua incidência aumentada nos últimos anos devido à utilização como cobertura de solo e formação de pastagens de inverno (LAMEGO et al., 2013).

O uso de ferramentas que possam quantificar, de forma adequada, o dano provável da população conhecida de plantas daninhas sobre o crescimento e a produtividade de determinada cultura é de grande utilidade para a tomada de decisões. A projeção entre perdas causadas pela competição exercida pelas plantas daninhas e o custo das medidas de controle disponíveis, permitem avaliar o lucro líquido da cultura. O controle de plantas daninhas somente se justifica se seu custo for igual ou inferior ao prejuízo causado pela competição das plantas daninhas com a cultura (BAUER e MORTENSEN, 1992; AGOSTINETTO et al., 2005b). Essa estratégia de manejo é chamada de nível de dano econômico (NDE), que significa a população de plantas daninhas no qual o custo de controle é igual ou menor ao valor da redução de produtividade, caso nenhuma medida de controle for tomada (COUSENS et al., 1987; BAUER e MORTENSEN, 1992; COBLE e MORTENSEN, 1992; LINDQUIST e KROPFF, 1996).

A estimativa do NDE de determinada planta daninha sobre a cultura é fortemente influenciada pelos fatores espécie daninha, nível populacional da planta daninha, época de emergência da planta daninha em relação à cultura, potencial produtivo da cultura na ausência da planta daninha, preço pago pela produção da cultura, custo de controle da planta daninha, eficiência do método de controle e práticas de manejo adotadas (KNEZEVIC et al., 1997; AGOSTINETTO et al., 2005b; GALON et al., 2007).

Pesquisas realizadas sobre competitividade de culturas com plantas daninhas e estimativa de nível de dano econômico permitem desenvolver estratégias para seu manejo, pois podem definir as características que confirmam maior habilidade competitiva às culturas (FLECK et al., 2003b) e determinar se é viável ou não a adoção de medidas de controle (ADATI et al., 2006). Diante do exposto, acredita-se que o ciclo precoce da cultivar de trigo incrementa a habilidade competitiva e aumenta o NDE de *Raphanus raphanistrum*. Assim, o objetivo desse estudo foi estimar o nível de dano econômico de *Raphanus raphanistrum* em competição com as cultivares de trigo BRS 328 (ciclo precoce), BRS 177 (ciclo médio) e BRS Umbu (ciclo tardio).

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2012, em campo, no Centro Agropecuário da Palma (CAP) e no Laboratório Didático de Análise de Sementes LDAS, ambos pertencentes à Universidade Federal de Pelotas (UFPel). O delineamento experimental adotado utilizado foi completamente casualizado, com repetições correspondentes as diferentes populações de *Raphanus raphanistrum*, proporcionando a variância necessária para realizar as análises estatísticas pelo modelo hiperbólico. As unidades experimentais foram constituídas de parcelas com 1,53 x 5 m, totalizando 7,65 m². O solo da área é classificado como Argissolo Vermelho-amarelo, de textura franco-arenosa, pertencente à unidade de mapeamento Pelotas (EMBRAPA, 2006).

O preparo do solo foi realizado pelo sistema convencional de cultivo, sendo previamente realizada a dessecação em área total com glifosato (Atanor 48[®]) na dose de 3 L ha⁻¹ e volume de calda de 120 L ha⁻¹, a fim de eliminar as plantas daninhas presentes e uniformizar a emergência delas e da cultura. A semeadura foi realizada no dia 22/06/2012, com densidade de 105 kg ha⁻¹ de sementes de trigo, utilizando-se semeadora regulada para espaçamento entre linhas de 0,17 m e distribuição de 60 sementes por metro. As sementes foram tratadas com Vitavax-Thiram 200 SC[®] na dose de 2,5 mL kg⁻¹ de semente e Cruiser[®] na dose de 0,5 mL kg⁻¹ de semente, sendo o volume de calda utilizado de 13 mL kg⁻¹ de semente.

A adubação de base utilizada foi de 288 kg ha⁻¹ (04-11-09), conforme a análise química do solo, sendo as demais adubações nitrogenadas em cobertura realizadas com 166 kg ha⁻¹ de ureia no estágio de perfilhamento e 15 dias após. O controle de plantas daninhas e insetos e as demais práticas de manejo foram realizadas conforme as recomendações para a cultura (INFORMAÇÕES TÉCNICAS PARA TRIGO E TRITICALE, 2011).

Os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial, em que o fator cultivar de trigo apresentou três níveis: cultivar de ciclo precoce (BRS 328), cultivar de ciclo médio (BRS 177) e uma cultivar de ciclo tardio (BRS Umbu); e, o fator população da planta competidora (*Raphanus raphanistrum*), cujas populações variaram de 0 a 564 plantas de *Raphanus raphanistrum* m⁻² (10 populações), para a cultivar BRS 328, 0 a 472 plantas de *Raphanus raphanistrum* m⁻² para a cultivar BRS 177 (11 populações) e 0 a 724 plantas de *Raphanus raphanistrum* m⁻² para a cultivar BRS Umbu (10 populações).

A área escolhida para a condução dos estudos era naturalmente infestada com *Raphanus raphanistrum*. Dessa forma, as populações da planta daninha foram ajustadas conforme os níveis populacionais dos tratamentos. O controle dos indivíduos excedentes de *Raphanus raphanistrum* das populações desejadas nos estudos e também de outras espécies daninhas que se estabeleceram nas unidades experimentais, foi realizado por herbicidas aos 7 dias após a emergência (DAE). Para o controle das espécies da família Poaceae foi utilizado o herbicida Topik® (clodinafope-propargil), na dose de 0,25 L ha⁻¹, acrescido de óleo mineral Assist® na dose de 0,5% v/v. Para as plantas excedentes de *Raphanus raphanistrum* aos níveis populacionais desejados e demais espécies de folhas largas, foi utilizado o herbicida Basagran® 600 (bentazona), na dose de 1,2 L ha⁻¹, acrescido de óleo mineral Assist® na dose de 0,5% v/v. Para o procedimento de estabelecimento das populações de *Raphanus raphanistrum* as plantas foram previamente protegidas com copos plásticos ou por placas de papel pardo, para que não fossem atingidas pelo herbicida.

As variáveis avaliadas aos 21 DAE foram: população de plantas (PP), massa seca da parte aérea (MSPA), cobertura do solo (CS) e área foliar (AF). Para determinar a MSPA foram coletadas plantas em área de 0,25 m² (0,5 m x 0,5 m) que, posteriormente, foram secas em estufa à temperatura constante de 60°C por 72 h até atingirem massa

constante e pesada em balança analítica com precisão de duas casas decimais. Realizou-se a quantificação da PP mediante contagem dos indivíduos presentes em duas áreas de 0,25 m² (0,5 m x 0,5 m) em cada unidade experimental. A determinação da CS foi realizada por avaliação visual, atribuindo-se notas percentuais de zero (0%) a cem (100%), em que 0% significa a ausência e 100% cobertura completa do solo. Após o corte das plantas, em nível do solo, procedeu-se a separação das folhas para avaliar a AF, com auxílio de medidor de área foliar (modelo LI 3100C).

Para determinar a produtividade de grãos realizou-se a colheita das plantas na área útil de cada unidade experimental (3,57 m² (7 linhas X 3 m)), sendo após trilhada, feita a pesagem dos grãos colhidos corrigindo o teor de água para 13% e transformando para kg ha⁻¹. A partir dos dados de produtividade de grãos calcularam-se as perdas percentuais, em relação às parcelas mantidas sem infestação (testemunha), de acordo com a equação:

$$\text{Perda (\%)} = [(Ra - Rb) / Ra] \times 100 \quad (\text{equação 1})$$

sendo: Ra e Rb: produtividades da cultura sem ou com presença de *Raphanus raphanistrum*, respectivamente.

Os valores de massa seca da parte aérea (g m⁻²), área foliar (cm² m⁻²) e cobertura do solo (%) foram previamente multiplicados por 100, evitando-se assim necessidade de correção desses valores no modelo (YENISH et al., 1997; ASKEW e WILCUT, 2001; AGOSTINETTO et al., 2004; FLECK et al., 2004; GALON et al., 2007).

As relações entre as perdas percentuais de produtividade do trigo (Pp), em função das variáveis explicativas população de plantas (PP), massa seca da parte aérea das plantas (MSPA) e cobertura do solo (CS) foram calculadas separadamente para cada cultivar, utilizando-se o modelo de regressão não linear derivado da hipérbole retangular, conforme proposto por Cousens (1985):

$$Pp = [i \times X / (1 + (i / a) \times X)] \quad (\text{equação 2})$$

sendo: Pp = perda de produtividade (%); X = variáveis explicativas PP, MSPA ou CS; i e a = perdas de produtividade (%) por unidade de planta de *Raphanus raphanistrum*, para os casos que o valor da variável se aproxima de zero ou quando tende ao infinito, respectivamente.

O ajuste dos dados ao modelo foi realizado através do procedimento Proc Nlin do programa computacional SAS (SAS, 1989). Para este procedimento, foi utilizado o método Gauss-Newton, o qual, por sucessivas interações, estima os valores dos parâmetros nos quais a soma dos quadrados dos desvios das observações, em relação aos valores ajustados, for mínima (RATKOWSKY, 1983). O valor da estatística F ($p \leq 0,05$) foi utilizado como critério de análise dos dados ao modelo. O critério de aceitação do ajuste dos dados ao modelo se baseou no maior valor do coeficiente de determinação (R^2) e no menor valor do quadrado médio do resíduo (QMR).

No cálculo do nível de dano econômico (NDE) utilizaram-se as estimativas do parâmetro i obtidas a partir da equação 2 (COUSENS, 1985) e a equação adaptada de Lindquist e Kropff (1996):

$$\text{NDE} = [Cc / (P \times R \times (i/100) \times (H/100))] \quad (\text{equação 3})$$

sendo: NDE = nível de dano econômico (plantas m^{-2}); Cc = custo do controle (herbicida e aplicação tratorizada, em dólares ha^{-1}); P = preço do trigo (dólares kg^{-1} de grãos); R = produtividade de grãos de trigo (kg ha^{-1}); i = perda (%) de produtividade do trigo por unidade de planta daninha quando o nível populacional se aproxima de zero e; H = nível de eficiência do herbicida (%).

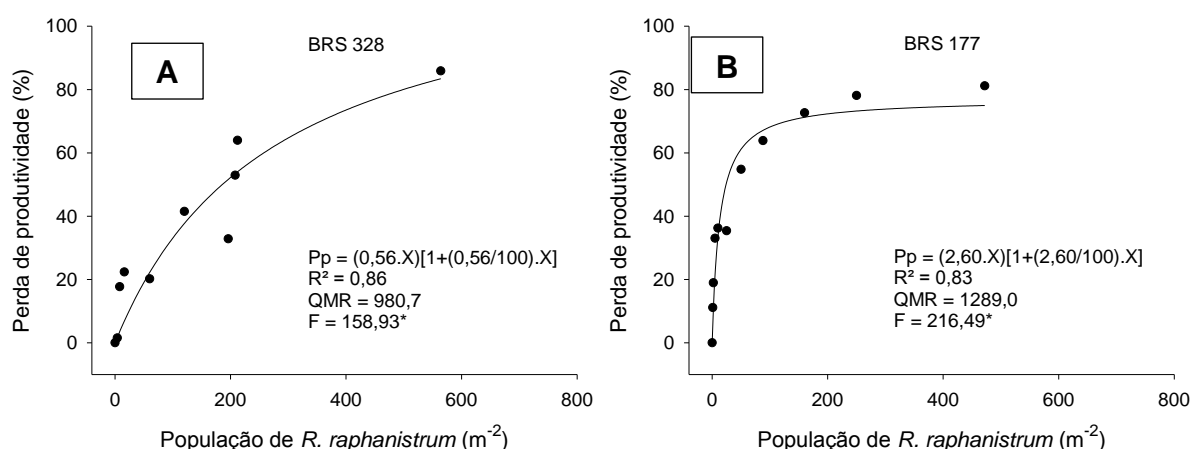
Para as variáveis Cc , R , P e H (equação 3) foram estimados três valores. Assim, para o custo de controle (Cc) considerou-se o preço médio de \$ 46,78 ha^{-1} (100 g ha^{-1} do produto de iodosulfurom-metílico (Hussar[®]) + 0,3% v/v do adjuvante Lauril éter sulfato de sódio (Hoefix[®])), sendo os custos máximo e mínimo alterados em 25%, em relação ao custo médio. A produtividade de grãos de trigo (R) baseou-se na menor (1.757 kg ha^{-1}), média (2.225 kg ha^{-1}) e maior (2.756 kg ha^{-1}) produtividade obtida no RS, nos últimos 10 anos (CONAB, 2014d). O preço do trigo (P) foi estimado a partir do menor (\$ 8,46), médio (\$ 11,46) e maior (\$ 14,46) preço do trigo pago por saca de 60 kg, nos últimos 10 anos (AGROLINK, 2014). Os valores para a eficiência do herbicida (H) foram estabelecidos na ordem de 80, 90 e 100% de controle, sendo 80% o controle mínimo considerado eficaz da planta daninha.

Nas simulações de NDE utilizaram-se os valores intermediários para as variáveis que não estavam sendo objeto de cálculo.

5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação da habilidade competitiva entre as cultivares de trigo em função dos níveis populacionais de *Raphanus raphanistrum*, verificou-se que as variáveis população da planta daninha (PP), massa seca da parte aérea (MSPA), estimativa de cobertura do solo (CS) e área foliar (AF) apresentaram ajuste significativo ($p \leq 0,05$) ao modelo da hipérbole retangular. Os dados das cultivares (BRS 328, BRS 177, e BRS Umbu) em todas as variáveis explicativas [(PP, MSPA, CS e AF de plantas de *Raphanus raphanistrum* aos 21 dias após a emergência (DAE)], ajustaram-se adequadamente ao modelo da hipérbole retangular, com valores de R^2 (Coeficientes de determinação) acima de 0,78 (Figura 1, 2, 3 e 4 e Tabela 1).

A estimativa de perda de produtividade, com base na população de plantas de *Raphanus raphanistrum* aos 21 DAE, nas três cultivares (Figura 1), apresentaram R^2 superiores a 0,77 e valores dos QMR relativamente baixos. A cultivar que apresentou melhor ajuste ao modelo de hipérbole retangular foi a BRS Umbu (Figura 1C), seguido das cultivares BRS 328 e BRS 177 (Figuras 1A e 1B). Na variável PP, a perda unitária i revelou que, para cada unidade da planta daninha por metro quadrado, a cultivar BRS 177 e BRS Umbu perderam 2,60 e 5,50% em produtividade de grãos, respectivamente, enquanto que a cultivar BRS 328 teve perda de apenas 0,56% (Figura 1 e Tabela 1).



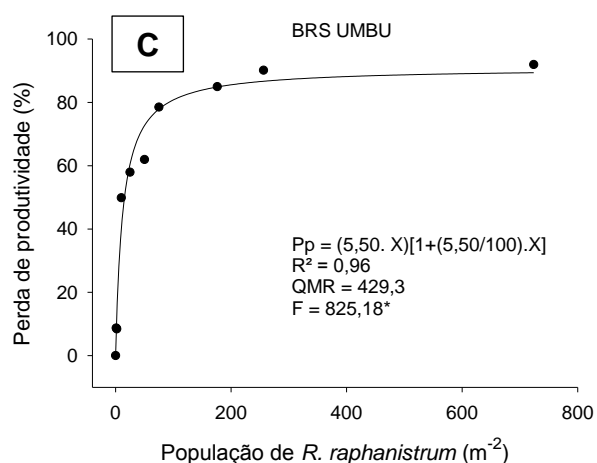


Figura 1. Perda de produtividade (Pp) das cultivares de trigo BRS 328 (A), BRS 177 (B) e BRS Umbu (C), em função de níveis populacionais de *Raphanus raphanistrum* aos 21 dias após a emergência (DAE), UFPel - FAEM, Capão do Leão-RS, 2012/14. R²: Coeficiente de determinação; QMR: Quadrado médio do resíduo; *Significativo a 5% de probabilidade.

O aumento da população das plantas daninhas em competição leva à menor produção de massa seca em diversas culturas, como arroz (GALON et al., 2007), soja (RIZZARDI et al., 2003) e milho (VIDAL et al., 2004). No entanto, algumas cultivares apresentam habilidade competitiva diferenciada em relação a plantas daninhas (GALON et al., 2007; CONCENÇO et al., 2008).

A estimativa de perda de produtividade, com base na MSPA de plantas de *Raphanus raphanistrum*, aos 21 DAE, nas três cultivares, apresentaram R² superiores a 0,90 e valores de QMR relativamente baixos (Figura 2). A cultivar que apresentou melhor ajuste ao modelo de hipérbole retangular foi a BRS 177, seguido da BR Umbu e BRS 328. Em relação ao parâmetro i verificou-se que os menores valores foram observados para a cultivar BRS 238, enquanto os maiores valores foram contatados na BRS Umbu.

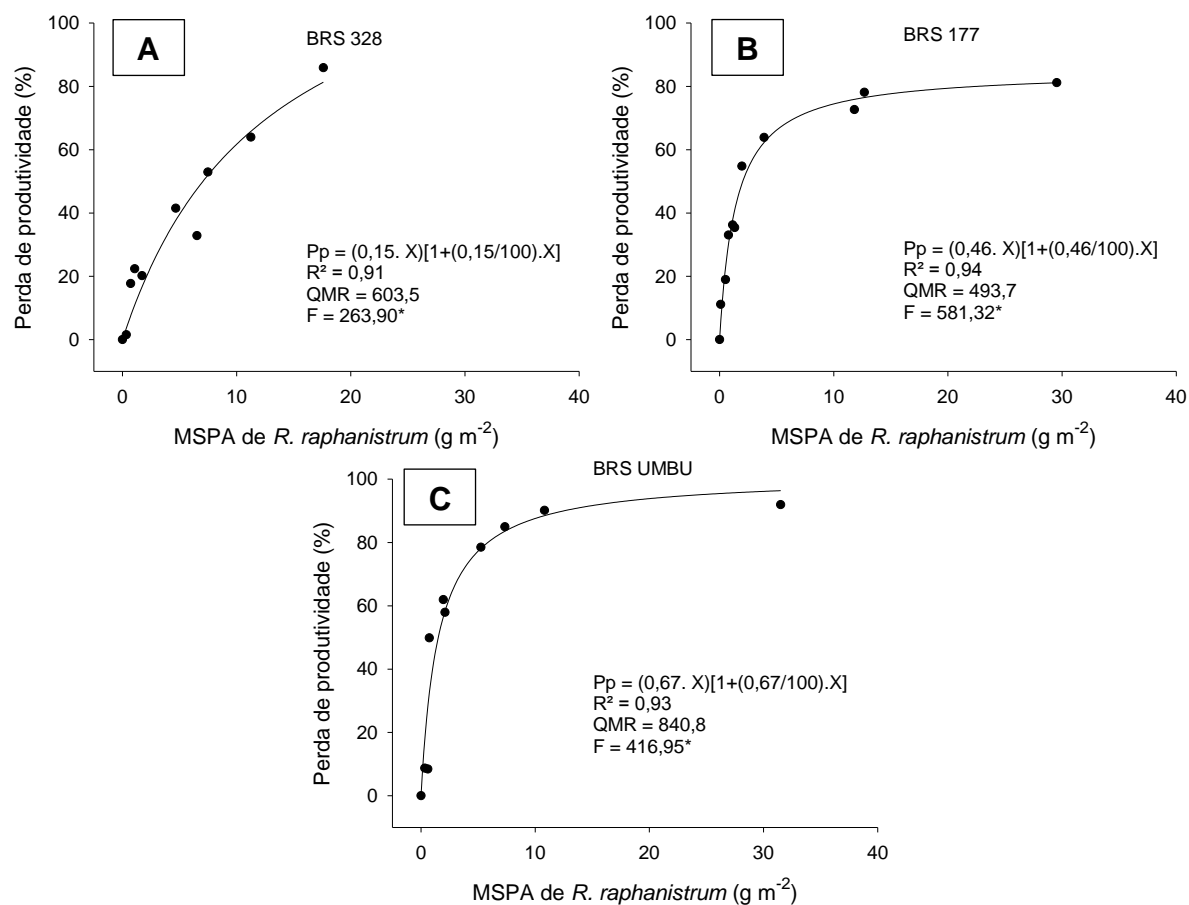


Figura 2. Perda de produtividade (Pp) das cultivares de trigo BRS 328 (A), BRS 177 (B) e BRS Umbu (C), em função da massa de matéria seca da parte aérea aos 21 dias após a emergência (DAE), UFPel - FAEM, Capão do Leão-RS, 2012/14. R^2 : Coeficiente de determinação; QMR: Quadrado médio do resíduo; *Significativo a 5% de probabilidade.

A estimativa de perda de produtividade, em função da cobertura do solo pela parte aérea de *Raphanus raphanistrum* aos 21 DAE, as três cultivares estudadas apresentaram R^2 superiores a 0,78 e valores de QMR relativamente elevados. A cultivar que apresentou o melhor ajuste ao modelo de hipérbole retangular foi a BRS 177 (Figura 3B). As perdas estimadas de produtividade no parâmetro i foram de 0,057 e 0,071 para as cultivares BRS 177 e BRS Umbu, respectivamente, enquanto que a cultivar BRS 328 a perda foi de 0,037 (Figura 3).

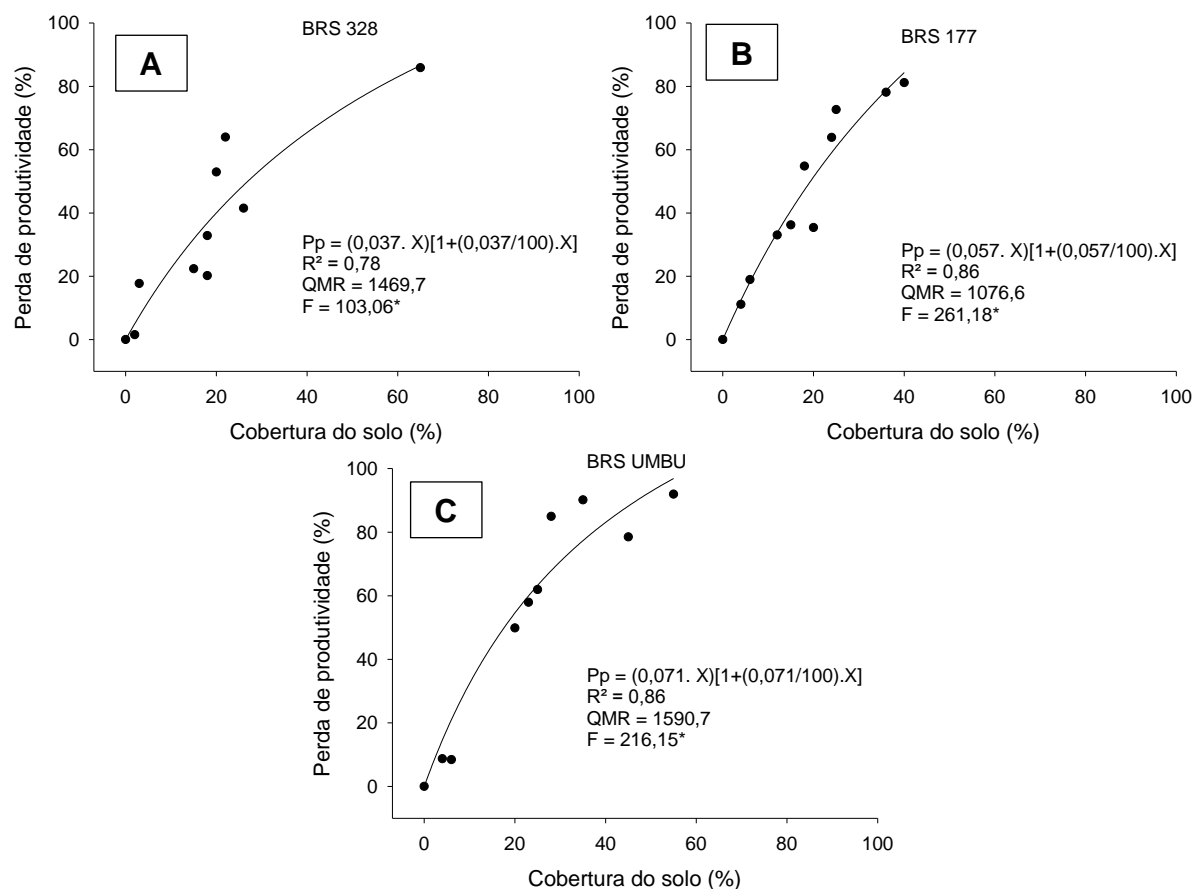


Figura 3. Perda de produtividade (Pp) das cultivares de trigo BRS 328 (A), BRS 177 (B) e BRS Umbu (C), em função da cobertura estimada do solo pela parte aérea de *Raphanus raphanistrum* aos 21 dias após a emergência (DAE), UFPel/FAEM, Capão do Leão-RS, 2012/14. R^2 : Coeficiente de determinação; QMR: Quadrado médio do resíduo; *Significativo a 5% de probabilidade.

A estimativa de perda de produtividade, com base na área foliar da parte aérea de plantas de *Raphanus raphanistrum* aos 21 DAE, nas três cultivares, apresentaram R^2 iguais a 0,92. As três cultivares apresentaram R^2 de 0,92, ajustando-se ao modelo de hipérbole retangular. Na variável AF, as perdas estimadas de produtividade foram de 0,0030, 0,0045 e 0,0009 para as cultivares BRS 177, BRS Umbu e BRS 328, respectivamente (Figura 4).

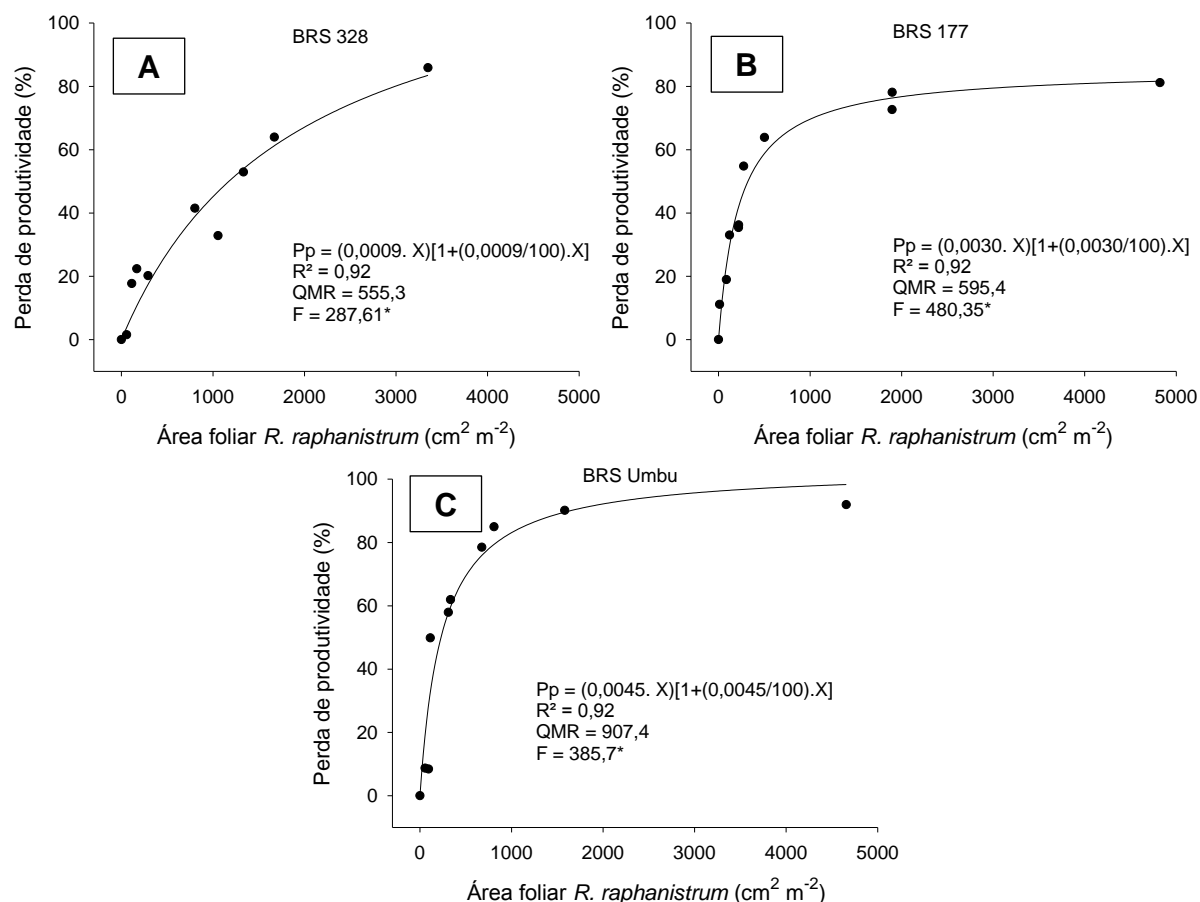


Figura 4. Perda de produtividade (Pp) das cultivares de trigo BRS 328 (A), BRS 177 (B) e BRS Umbu (C), em função da área foliar da parte aérea de plantas de *Raphanus raphanistrum* aos 21 dias após a emergência (DAE), UFPel/FAEM, Capão do Leão-RS, 2012/14. R^2 : Coeficiente de determinação; QMR: Quadrado médio do resíduo; *Significativo a 5% de probabilidade.

Comparando-se a habilidade competitiva das cultivares de trigo de diferentes ciclos vegetativos com *R. Raphanistrum* e, tendo por base o parâmetro i (SWINTON et al., 1994), constata-se que a cultivar BRS 328 (ciclo precoce) apresentou os menores valores do parâmetro e consequente maior habilidade competitiva do que as cultivares BRS 177 (ciclo médio) e BRS Umbu (ciclo tardio), independentemente da variável explicativa usada (Figuras 1, 2, 3 e 4 e Tabela 1). Na média das quatro variáveis explicativas (PP, MSPA, CS e AF), observou-se que a ordem de colocação em relação à competitividade das cultivares foi: BRS 328 > BRS 177 > BRS Umbu.

As diferenças observadas entre os resultados das cultivares podem ocorrer pelos melhores aproveitamentos de recursos disponíveis no meio, principalmente a luz e

nutrientes. Cultivares de ciclo precoce, como BRS 328, possuem rápido desenvolvimento inicial e acúmulo de área foliar e, por isso, interceptam mais habilmente a luz, diminuindo a incidência da energia solar aos seus vizinhos (FLECK et al., 2003b), incrementando sua habilidade competitiva frente à presença de planta daninhas. Dessa forma, cultivares que apresentam, dentre outras, essa característica, geralmente mostram-se competidores mais hábeis (BALBINOT JR. et al., 2003).

Vale enfatizar que, plantas portadoras de elevada velocidade de emergência e de rápido crescimento inicial utilizam prioritariamente os recursos do meio e, assim, geralmente, tornam-se mais competitivas (FIRBANK e WATKINSON, 1985). A habilidade competitiva diferencial entre cultivares de mesma espécie cultivada é característica comum, como observado para cultivares de arroz (GALON et al., 2007).

O parâmetro a , do modelo da hipérbole retangular, representa a perda da produtividade no caso em que a população das plantas daninhas é máxima, o que determina as maiores perdas. Este parâmetro permite comparar as perdas de produtividade máxima entre as cultivares de determinada cultura (AGOSTINETTO, et al., 2005b). No estudo, as estimativas do parâmetro a do modelo para as variáveis PP, MSPA, CS e AF da planta daninha foram superestimadas pelo modelo, sendo necessário restringir seu valor em 100% (Figuras 1, 2, 3 e 4). Esses resultados podem ter ocorrido devido a baixas populações da planta daninha o que reduz sua competitividade, ou pelas populações da planta daninha usadas no estudo não terem sido suficientemente altas para estimar a perda máxima de produtividade (AGOSTINETTO et al., 2004). Segundo Cousens (1991), para a obtenção de estima confiável do parâmetro a , os experimentos devem possuir populações suficientemente altas, acima daquelas comumente encontradas nas lavouras. Diante disso, como realizado em outros estudos, adotou-se 100% como restrição de perda máxima, pois não há explicação biológica para perdas superiores (ASKEW e WILCUT, 2001; AGOSTINETTO et al., 2004; FLECK et al., 2004).

A comparação entre as variáveis explicativas PP, MSPA, CS e AF demonstrou, para as três cultivares estudadas, bom ajuste ao modelo, considerando os maiores valores médios de R^2 e os menores valores médios de QMR (Tabela 1). No entanto, para as estimativas do nível de dano econômico (NDE) recomenda-se que as variáveis utilizadas na determinação das perdas de produtividade sejam simples e de fácil utilização e,

preferivelmente, não destrutivas (VITTA e FERNANDEZ QUINTANILLA, 1996; RIZZARDI e FLECK, 2004). Assim, as estimativas do NDE foram realizadas com base na PP, para as três cultivares, visto que a mesma obteve alto R^2 e QMR relativamente baixo e por ser uma variável que apresenta vantagens em relação às outras, como a facilidade, rapidez e baixo custo para a determinação.

Cada cultivar apresentou uma ordem de predição que seguiu a seguinte hierarquia: BRS 328 (Ciclo precoce): PP>MSPA>AF>CS; BRS 177 (Ciclo médio): MSPA>AF>CS>PP e BRS Umbu (Ciclo tardio): AF>MSPA>PP>CS, tendo como pressuposto que o melhor ajuste é dado em função dos maiores coeficientes de determinação e dos menores quadrados médios dos resíduos (Figuras 1, 2, 3 e 4 e Tabela 1). Dessa forma, pode-se observar que dependendo da cultivar pode-se substituir a variável PP para a tomada de decisão.

Tabela 1. Perda de produtividade de grãos de trigo, em função da população de plantas, cobertura do solo estimada, massa de matéria seca da parte aérea e área foliar de *Raphanus raphanistrum*, aos 21 dias após a emergência (DAE) em três cultivares de trigo. UFPel - FAEM, Capão do Leão-RS, 2012.

Cultivar	Ciclo	Perda de produtividade (%) ¹	R ²	F*	QMR
População de plantas					
BRS 328	Precoce	$(0,56. X)[1+(0,56/100).X]$	0,86	158,93	980,7
BRS 177	Médio	$(2,60. X)[1+(2,60/100).X]$	0,83	216,49	1289
BRS Umbu	Tardio	$(5,50. X)[1+(5,50/100).X]$	0,96	825,18	429,3
Massa de matéria seca da parte aérea					
BRS 328	Precoce	$(0,15. X)[1+(0,15/100).X]$	0,91	263,9	603,5
BRS 177	Médio	$(0,46. X)[1+(0,46/100).X]$	0,94	581,32	493,7
BRS Umbu	Tardio	$(0,67. X)[1+(0,67/100).X]$	0,93	416,95	840,8
Cobertura do solo					
BRS 328	Precoce	$(0,037. X)[1+(0,037/100).X]$	0,78	103,06	1469,7
BRS 177	Médio	$(0,057. X)[1+(0,057/100).X]$	0,86	261,18	1076,6
BRS Umbu	Tardio	$(0,071. X)[1+(0,071/100).X]$	0,86	216,15	1590,7
Área foliar da parte aérea					
BRS 328	Precoce	$(0,0009. X)[1+(0,0009/100).X]$	0,92	287,61	555,3
BRS 177	Médio	$(0,0030. X)[1+(0,0030/100).X]$	0,92	480,35	595,4
BRS Umbu	Tardio	$(0,0045. X)[1+(0,0045/100).X]$	0,92	385,70	907,4

¹ Valor obtido através do modelo de regressão da hipérbole retangular (COUSENS, 1985). * Significativo a 5% de probabilidade. QMR: Quadrado médio do resíduo.

Os menores níveis de dano econômico de populações de *Raphanus raphanistrum* para as três cultivares de trigo em função do custo de controle (Figura 5A), eficiência do herbicida (Figura 5B), produtividade de grãos (Figura 5C) e preço do trigo (Figura 5D) foram obtidos na cultivar BRS Umbu, sendo de 2,19 plantas de *Raphanus raphanistrum* m⁻², ao considerar os valores intermediários de custo de controle, eficiência do herbicida, produtividade de grãos e preço do trigo. Considerando os mesmos critérios, o NDE foi atingido com 4,64 e 21,53 plantas de *Raphanus raphanistrum* m⁻² nas cultivares BRS 328 e BRS177, respectivamente. Esses resultados ressaltam a diferença entre cultivares de trigo em relação à habilidade competitiva com as plantas de *Raphanus raphanistrum*.

O custo de controle, a eficiência do herbicida, a produtividade de grãos e o preço pago por saco de trigo influenciam no NDE. Verificou-se que para o aumento do custo de controle em \$ 23,39 (de \$ 35,08 para \$ 58,47) a população de *Raphanus raphanistrum* necessária para atingir o NDE aumentou em aproximadamente 67 % para as cultivares BRS 328, BRS 177 e BRS Umbu (Figura 5A). Caso os danos causados pelas plantas daninhas igualem-se ou sejam maiores que esse custo é estabelecido o NDE (FLECK et al., 2002). Já, redução da eficiência do herbicida em 20% (de 100 para 80%) a população de *Raphanus raphanistrum* necessária para atingir o NDE aumentou em aproximadamente 25 % para as cultivares BRS 328, BRS 177 e BRS Umbu (Figura 5B).

Se ocorre redução da produtividade de grãos em aproximadamente 1000 kg (de 2756 para 1758 kg ha⁻¹), a população de *Raphanus raphanistrum* necessária para atingir o NDE aumentou em aproximadamente 57 % para as cultivares BRS 328, BRS 177 e BRS Umbu (Figura 5C). Com o aumento da expectativa de produtividade, a lavoura deve ser menos influenciada pelos fatores do meio, como a competição com as plantas daninhas (AGOSTINETTO et al., 2005b). Considerando a redução do preço do saco de grãos de trigo em \$ 6,00 (de \$14,46 para \$8,46), a população de *Raphanus raphanistrum* necessária para atingir o NDE aumentou em aproximadamente 71% para as cultivares BRS 328, BRS 177 e BRS Umbu (Figura 5D).

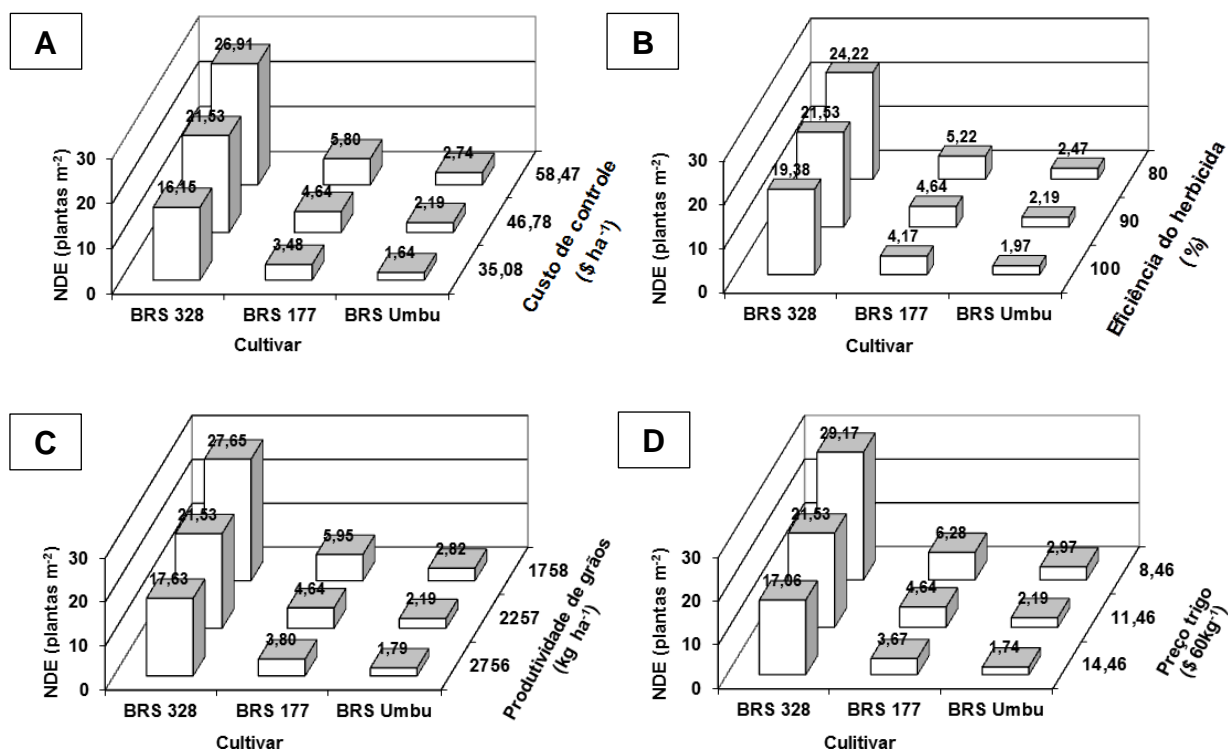


Figura 5. Níveis de dano econômico (NDE) de populações de *Raphanus raphanistrum* para três cultivares de trigo em função do custo de controle (A), eficiência do herbicida (B), produtividade de grãos (C) e preço do trigo (D). UFPel - FAEM, Capão do Leão-RS, 2012.

As oscilações entre os maiores e menores custo de controle, eficiência do herbicida, produtividade de grãos e preço pago por saco (60 kg) de trigo influenciam o NDE na média das três cultivares, provocando variações de aproximadamente 67, 57, 25 e 71%, respectivamente. As cultivares BRS 328, BRS 177 e BRS Umbu na presença da competição com nabo, na média das quatro variáveis estudadas (custo de controle, eficiência do herbicida, rendimento de grãos e preço pago pelo trigo) provocaram variações médias do NDE de cerca de 55%.

Avaliando-se a média das três cultivares e comparando o menor e o maior custo de controle observou-se variação de cerca de 67% no NDE (Figura 5A). Para capim-arroz, a variação dos NDE, na média das cultivares IRGA 417 (ciclo curto) e BRS Fronteira (ciclo médio), foi de aproximadamente 67%, considerando a mesma variável (GALON et al., 2007). Para eficiência do herbicida, na média das três cultivares, constatou-se variação dos NDE em aproximadamente 25%, ao comparar a menor e maior eficiência de controle

do herbicida (Figura 5B). Variações idênticas para a mesma variável foram observadas nos NDE de capim-arroz para a média das cultivares IRGA 417 e BRS Fronteira (GALON et al., 2007). Para essa variável, os NDE da cultivar simuladora de arroz-vermelho EEA 406 variaram cerca de 29% para a média das cultivares IRGA 417 e BR-IRGA 409, no espaçamento de 15 cm entre linhas (AGOSTINETTO et al., 2005b).

Na variável produtividade de grãos, média das três cultivares e comparando-se a menor com a maior produtividade constatou-se variação média de 57% no NDE (Figura 5C). Para capim-arroz, houve variação de aproximadamente 50% para a média das cultivares IRGA 417 e BRS Fronteira para a variável produtividade (GALON et al., 2007). Já, para a cultivar simuladora de arroz vermelho EEA 406, os NDE variaram cerca de 127% para a média das cultivares IRGA 417 e BR-IRGA 409, considerando a produtividade e o espaçamento de 15cm entrelinhas (AGOSTINETTO et al., 2005b).

O NDE para variável preço pago por um saco de trigo variou na média das três cultivares em aproximadamente 71%, quando se comparou o menor e maior preço pago (Figura 5D). Para a cultura do arroz, os NDE para o preço pago variaram em média 135% para as cultivares IRGA 417 e BRS Fronteira (ciclo médio), quando em competição com capim-arroz (GALON et al., 2007).

Os valores de NDE variaram em função do ciclo da cultivar, sendo verificados os maiores valores para cultivar BRS 328 (precoce) > BRS 177 (médio) > BRS Umbu (tardio). Cultivares precoces possuem crescimento inicial mais vigoroso, menor fase vegetativa e consequentemente menor período de acúmulo de fotoassimilados para investir em estruturas das plantas (AGOSTINETTO et.al., 2005), sendo assim são mais competitivas com as plantas daninhas que as cultivares de ciclo médio e tardio. Cultivares tardios crescem mais lentamente na fase inicial, porém mantêm seu crescimento por maior período de tempo, tornando-se fortes competidores em estádios mais avançados de desenvolvimento (JANNINK et al., 2000). De acordo com BLACKSHAW (1994), em trigo a estatura de planta revelou-se uma característica associada ao incremento na competitividade da cultura, juntamente com demais características de planta, como crescimento precoce, elevada capacidade de afilamento e maior área foliar.

Os NDE foram calculados com base em uma única safra e não incluem o fator associado ao possível aumento do banco de sementes no solo nos anos seguintes.

Muitas críticas atribuídas ao conceito de níveis de dano no manejo de plantas daninhas com base em uma única estação de crescimento referem-se ao custo associado à adição de sementes de plantas daninhas ao banco de sementes pelas populações não controladas que se situam abaixo do NDE nas safras subsequentes (NORRIS, 1992). A inclusão do fator produção de sementes ao conceito pode reduzir significativamente os NDE, aumentando a necessidade de adoção de medidas de controle (COBLE e MORTENSEN, 1992). Diversas pesquisas sugerem a diminuição do NDE para um nível de dano econômico ótimo (NDEO) quando também for considerada a produção de sementes (BAUER e MORTENSEN, 1992; RIZZARDI et al., 2003).

A utilização do nível de dano econômico como ferramenta para tomada de decisão de controle de plantas daninhas, com base em um ano agrícola, vem recendo algumas críticas dos pesquisadores. Dentre as principais críticas feitas incluem-se: dificuldade de elaborar metodologias fáceis e baratas para quantificar os efeitos competitivos das plantas daninhas sobre as culturas, impacto de fatores ambientais na interação das plantas daninhas e culturas em diferentes locais e anos e principalmente, ocorrência simultânea de mais de uma espécie daninha associada à cultura (KROPFF e SPITTERS, 1991; SWINTON et al., 1994). Por outro lado, os NDE podem representar importante ferramenta de apoio à tomada de decisão de controle das plantas daninhas, desde que sua utilização esteja sempre associada com outras práticas culturais, como: rotação de culturas, manejo precoce da irrigação e utilização de cultivares competitivas (GALON et al., 2007).

5.4. CONCLUSÕES

Existe variabilidade entre cultivares de trigo, sendo a cultivar de trigo BRS 328, ciclo precoce, apresenta maior habilidade competitiva comparativamente a BRS 177, ciclo médio, e BRS Umbu, ciclo tardio.

A habilidade competitiva do trigo em relação ao nabo descreve ordenamento entre cultivares de ciclo precoce, médio e tardio, sendo que há variabilidade entre cultivares de trigo quanto à habilidade competitiva com plantas de nabo.

Perdas de produtividade de grãos de trigo, por interferência da *Raphanus raphanistrum*, são satisfatoriamente estimadas pelo modelo da hipérbole retangular para as variáveis população de plantas, massa de matéria seca da parte aérea, cobertura do solo e área foliar da planta daninha.

A planta daninha *Raphanus raphanistrum* mostra-se competitiva com a cultura trigo, sendo necessário no mínimo 1,6 plantas m⁻² para que o controle se justifique, considerando a cultivar menos competitiva (BRS Umbu) e o menor custo de controle da planta daninha.

6. CONCLUSÕES FINAIS

A competição de plantas daninhas, azevém e/ou nabo na população de 5 plantas por metro quadrado, reduzem a produtividade de sementes de trigo. Além disso, de maneira geral, não prejudicam a viabilidade e o vigor das sementes.

A dessecação de trigo com paraquate e glifosato realizada anterior a maturidade fisiológica reduz a viabilidade das sementes, sendo que o vigor é influenciado pela aplicação dos herbicidas quando a aplicação é realizada anterior ou posterior a maturidade fisiológica. A aplicação de metsulfuron metílico, paraquate e 2,4-D não apresentam efeitos residuais elevados nos grãos se aplicados anterior ou posterior a maturidade fisiológica. A aplicação de glufosinato de amônio e glifosato em estágio anterior a maturidade fisiológica gera altos níveis de resíduo nos grãos de trigo.

A cultivar de trigo BRS Guamirim em competição com nabo submetido à adubação suplementar com nitrogênio, de maneira geral, apresenta aumento da produtividade de sementes até a dose de 100 kg ha⁻¹, enquanto na ausência da competição o aumento ocorre até a dose de 150 kg ha⁻¹, apesar da qualidade fisiológica das sementes serem reduzidas com o incremento das doses.

A cultivar BRS 328, ciclo precoce, apresenta maior habilidade competitiva comparativamente à cultivar BRS 177, ciclo médio, e BRS Umbu, ciclo tardio. As perdas de produtividade de grãos de trigo, devido à interferência da *Raphanus raphanistrum*, podem ser estimadas de modo satisfatório pelo modelo da hipérbole retangular nas variáveis população de plantas, massa de matéria seca da parte aérea, cobertura do solo e área foliar da planta daninha.

A planta daninha *Raphanus raphanistrum* mostra-se competitiva com a cultura trigo, sendo necessário no mínimo 1,6 plantas m⁻² para que o controle se justifique.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRASEM. Associação Brasileira de Sementes e Mudras. *Anuário 2013 - Agricultura sem fronteiras*, 2011. 86p. <http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2013/09/AnuarioAbrasem2013.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2013.

ADATI, C.; OLIVEIRA, V. A.; KARAM, D. Análise matemática e biológica dos modelos de estimativa de perdas de produtividade na cultura devido à interferência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 24, n.1, p.1-12, 2006.

AGOSTINETTO, D., FLECK N. G., MENEZES V. G., Herbicidas não seletivos aplicados na fase de maturação do arroz irrigado. **Scientia Agrícola**, v.58, n.2, p.277-285, 2001.

AGOSTINETTO, D.; FLECK, N. G.; RIZZARDI, M. A.; BALBINOT JR., A. A. Perdas de rendimento de grãos na cultura de arroz irrigado em função da população de plantas e da época relativa de emergência de arroz-vermelho ou de seu genótipo simulador de infestação de arroz-vermelho. **Planta Daninha**, v.22, n.2, p.175-183, 2004.

AGOSTINETTO, D.; GALON, L.; SILVA, J.M.B.V.; TIRONI, S.P.; ANDRES, A. Níveis de dano econômico para decisão de controle de genótipo simulador de arroz-vermelho em arroz irrigado. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 11, n. 2, p.175-183, 2005a.

AGOSTINETTO, D.; FLECK, N. G.; RIZZARDI, M. A.; BALBINOT JUNIOR, A. A. Dano econômico como critério na decisão sobre manejo de genótipos de arroz concorrentes em arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 1, p. 1-9, 2005b.

AGOSTINETTO, D.; GALON, L.; MORAES, P. V. D.; TIRONI, S. P.; DAL MAGRO, T.; VIGNOLO, G. K. Interferência de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) na cultura do arroz irrigado (*Oryza sativa*) em função da época de irrigação. **Planta Daninha**, v.25, n.4, p.689-696, 2007.

AGOSTINETTO, D.; RIGOLI, R. P.; SCHAEDELER, C. E.; TIRONI, S. P.; SANTOS, L. S. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. **Planta Daninha**, v.26, n.2, p.271-278, 2008.

AGOSTINETTO, D.; GALON, L.; SILVA, J.M.B.V.; TIRONI, S.P.; ANDRES, A.IV. Interferência e nível de dano econômico de capim-arroz sobre o arroz em função do arranjo de plantas da cultura. **Planta Daninha**, v. 28, p. 993-1003, 2010.

AGROLINK. Disponível em:

<<http://www.agrolink.com.br/cotacoes/Historico.aspx?e=9839&p=1772&l=13395>>. Acesso em: 12 Março 2014.

ALMEIDA, L. A.; MUNDSTOCK, C. M. A qualidade da luz afeta o afilhamento em plantas de trigo, quando cultivadas sob competição. **Ciência Rural**, v.31, n.3, p.401-408, 2001.

ASKEW, S. D.; WILCUT, J. W. Tropic croton interference in cotton. **Weed Science**, v.49, n.2, p.184-189, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS - ABRASEM. **Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.abrasem.com.br/>>. Acessado em: 20 de dezembro de 2013.

AZEVEDO, P.M.D., CORTEZ, J.R.B., BRANDÃO, N.Z., Uso de Desfolhantes, Maturadores e Dessecantes na Cultura do Algodoeiro Irrigado. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, Circular Técnica 78, Campina Grande-PB EMBRAPA, 2004.

BALBINOT JR., A. A.; FLECK, N. G.; BARBOSA NETO, J. F.; RIZZARDI, M. A. Características de plantas de arroz e a habilidade competitiva com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.21, n.2, p.165-174, 2003.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; FLECK, N. G. Manejo de plantas daninhas na cultura de milho em função do arranjo espacial de plantas e características dos genótipos. **Ciência Rural**, v. 35, n. 1, p. 245-252, 2005.

BERTI, M.; ZAGONEL, J.; FERNADES, E. C. Produtividade de cultivares de trigo em função do trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio. **Scientia Agrária**, v. 8, n. 2, p. 127-134, 2007.

BLACKSHAW, R. E. Differential competitive ability of winter wheat cultivars against downy brome. **Agronomy Journal**, v. 86, n. 4, p. 649-654, 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS. p. 395, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução normativa nº 26, de 8 de outubro de 2010. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2010.

BRAZ, A. J. B. P.; SILVEIRA, P. M.; KLIEMANN, H. J.; ZIMMERMANN, F. J. P. Adubação nitrogenada em cobertura na cultura do trigo em sistema de plantio direto após diferentes culturas. **Ciência Agrotécnica**, v. 30, n. 2, p. 193-198, 2006.

BAUER, T. A.; MORTENSEN, D. A. A comparison of economic and economic optimum thresholds for two annual weeds in soybeans. **Weed Technology**, v.6, n.1, p.228-235, 1992.

BUZETTI, S.; BAZANINI, G. C.; FREITAS, J. G.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, E.; MEIRA, F. A. Resposta de cultivares de arroz a doses de nitrogênio e do regulador de crescimento cloreto de clormequat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 12, p. 1731-1737, 2006.

CAIERÃO, E.; ACOSTA, A. S. Uso industrial de grãos de cevada de lavouras dessecadas em pré-colheita. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 42, n. 9, p. 1277-1282, 2007.

CAIERÃO, E.; SILVA, M. S.; SCHEEREN, P. L.; CASTRO, R. L.; NASCIMENTO JUNIOR, L. E. A.; GUARIENTI, E. M.; MIRANDA, M. Z.; PIRES, J. L. F.; MACIEL, J. L. N.; CHAVES, M. S.; SANTANA, F. M.; COSTAMILAN, L.; LIMA, M. I. P. M.; LAU, D.; PEREIRA, P. R. V. S.; SILVA JÚNIOR, J. P.; WIETHÖLTER, S.; CUNHA, G. R. Resultados agronômicos e qualitativos da nova cultivar de trigo 'BRS Marcante'. **Ciência Rural**, v.45, n.4, p.644-646, 2015.

CAMPOS, C. F.; MARTINS, D.; COSTA, A. C. P. R.; PEREIRA, M. R. R.; CARDOSO, L. A.; MARTINS, C. C. Efeito de herbicidas na dessecação e germinação de sementes remanescentes de *Lolium multiflorum* Lam. **Semina**, v. 33, n. 6, p. 2067-2074, 2012.

CÍCERO, S. M.; VIEIRA, R. D. Teste de frio. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, p.151-164, 1994.

COBLE, H. D.; MORTENSEN, D. A. The threshold concept and its application to weed science. **Weed Technology**, v.6, n.1, p.191-195, 1992.

COELHO, M. A. O.; SOUZA, M. A.; SEDIYAMA, T.; RIBEIRO, A. C. RIBEIRO; SEDIYAMA, C. S. Resposta da produtividade de grãos e outras características agronômicas do trigo Embrapa-22 irrigado ao nitrogênio em cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 3, p. 555-561, 1998.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Área, produção e rendimento de grãos de trigo no Brasil - Safra 2013**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Online. Acesso em: 27 mai. 2014a.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2013/2014 - Quinto Levantamento** - Fevereiro/2014 - Conab, 2014b.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Séries históricas**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_10_13_14_58_58_trigoseriehist.xls>. Acesso em: 28 Out. 2014c.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Séries Históricas – Trigo**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_02_12_09_52_37_trigoseriehist.xls>. Acesso em: 11 Mar. 2014d.

CONCENÇO, G., FERREIRA, E.A., SILVA, A.A., FERREIRA, F.A., GALON, L., REIS, M.R., d'ANTONINO, L., VARGAS, L.; SILVA, L.V.B.D.. Fotossíntese de biótipos de azevém sob condição de competição. **Planta Daninha**, v.26, p.595-600, 2008.

COUSENS, R. D. An empirical model relating crop yield to weed and crop density and a statistical comparison with other models. **Journal of Agricultural Sciences**, v.105, n.3, p.513-521, 1985.

COUSENS, R. D.; BRAIN, P.; O'DONOVAN, J. T.; O'SULLIVAN, P. A. The use of biologically realistic equations to describe the effects of weed density and relative time of emergence on crop yield. **Weed Science**, v.35, n.5, p.720-725, 1987.

COUSENS, R. D. Aspects of the design and interpretation of competition (interference) experiments. **Weed Technology**, v.5, n.3, p.664-667, 1991.

COVENTRY, D.R.; GUPTA, R.K.; YADAV, A.; POSWAL, R.S.; CHHOKAR, R.S.; SHARMA, R.K.; YADAV, V.K.; GILL, S.C.; KUMAR, A.; MEHTA, A.; KLEEMANN, S.G.L.; BONAMANO, A.; CUMMINS, J.A.. Wheat quality and productivity as affected by varieties and sowing time in Haryana, India. **Field Crops Research**, v. 123, n. 3, p. 214-225, 2010.

CRUZ, P.J.; CARVALHO, F.I.F.; SILVA, S.A.; KUREK, A.J.; BARBIERI, R.L.; CARGNIN, A. Influência do acamamento sobre o rendimento de grãos e outros caracteres em trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.9, n.1, p.5-8, 2003.

CUNHA, G.R.; PIRES, J.L.F.; PASIANATO, A. Introdução ao problema da germinação pré-colheita em trigo no Brasil. In: **Germinação pré-colheita em trigo**. Passo Fundo, Embrapa Trigo, 2004. p.11-20.

DALTRO, E. M. F.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; FRANÇA NETO, J. B.; GUIMARÃES, S. C.; GAZZIERO, D. L. P.; HENNING, A. A. Aplicação de dessecantes em pré-colheita: efeito na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 111-122, 2010.

DAVIES, P. J. The plant hormones: their nature, occurrence, and functions. In: DAVIES, P. J. (Ed.). **Plant hormones and their role in plant growth and development**. The Netherlands: Kluwer Academic, 1987. p. 1-23.

DUARTE, N. F.; SILVA, J. B.; SOUZA, I. F. Competição de plantas daninhas com a cultura do milho no município de Jaci, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 5, p 983-992, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

ESPINDULA, M. C. Efeitos de reguladores de crescimento na elongação do colmo de trigo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n. 1, p. 109-116, 2010.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statistical Yearbook**. World Food and Agriculture, 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/018/i3107e/i3107e.PDF>> Acesso em: 08 jan. 2014.

FERREIRA, G. O desafio do trigo. **Gazeta do Povo**, Curitiba, 2012. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/m/conteudo.phtml?id=1251893&tit=O-desafio-do-trigo>> Acesso em: 08 jan. 2014.

FIRBANK, L. G.; WATKINSON, A. R. On the analysis of competition within two-species mixtures of plants. **Journal of Applied Ecology**, v. 22, n. 2, p. 503-517, 1985.

FLECK, N. G.; BALBINOT JR., A. A.; AGOSTINETTO, D.; RIZZARDI, M. A. Velocidade de estabelecimento em cultivares de arroz irrigado como característica para aumentar a habilidade competitiva com plantas concorrentes. **Ciência Rural**, v.33, n.4, p.635-640, 2003a.

FLECK, N. G.; BALBINOT JR., A. A.; AGOSTINETTO, D.; VIDAL, R. A. Características de plantas de cultivares de arroz irrigado relacionadas à habilidade competitiva com plantas concorrentes. **Planta daninha**, v.21, n.1, p.97-104. 2003b.

FLECK, N. G.; AGOSTINETTO, D.; RIZZARDI, M. A.; BIANCHI, M. A.; MENEZES, V. G. Interferência de plantas concorrentes em arroz irrigado modificada por métodos culturais. **Planta Daninha**, v.22, n.1, p.19-28, 2004.

FLOSS, E. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê**. 4 ed. Passo Fundo: UPF, 2008. 733p.

GALON, L.; AGOSTINETTO, D.; MORAES, P. V. D.; DAL MAGRO, T.; PANOZZO, L. E.; BRANDOLT, R. R.; SANTOS, L. S. Níveis de dano econômico para decisão de controle de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) em arroz irrigado (*Oryza sativa*). **Planta Daninha**, v.25, n.4, p.709-718, 2007.

GALON, L.; TIRONI, S. P.; ROCHA, P. R. R.; CONCENÇO, G.; SILVA, A. F.; VARGAS, L.; SILVA, A. A.; FERREIRA, E. A.; MINELLA, E.; SOARES, E. R.; FERREIRA, F. A. Habilidade competitiva de cultivares de cevada convivendo com azevém. **Planta Daninha**, v.29, n.4, p.771-781, 2011.

GUSTAFSON, D. J.; GIBSON, D. J.; NICKRENT, D. L. Competitive relationships of *Andropogon gerardii* (Big Bluestem) from remnant and restored native populations and select cultivated varieties. **Functional Ecology**, v. 18, n. 3, p. 451-457, 2004.

HANFT, J. M.; WYCH, R. D. Visual indicators of physiological maturity of hard red spring wheat. **Crop Science**, v. 22, p. 584-588, 1982.

HECKMAN, N. L.; ELTHON, T. E.; HORST, G. L.; GAUSSOIN, R. E. Influence of trinexapac-ethyl on respiration of isolated wheat mitochondria. **Crop Science**, v. 42, n. 2, p. 423-427, 2002.

HEINEMANN, A. B.; STONE, L. F.; DIDONET, A. D.; TRINDADE M. G.; SOARES. B. B.; MOREIRA J. A. A.; CÁNOVAS A. D. Eficiência de uso da radiação solar na produtividade do trigo decorrente da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.2, p.352-356, 2006.

HOLEN, D.L.; BRUCKNER, P.L.; MARTIN, J.M.; CARLSON, G.R.; WICHMAN, D.M.; BERG, J.E. Response of winter wheat to simulated stand reduction. **Agronomy Journal**, v.93, p.364-370, 2001.

INFORMAÇÕES TÉCNICAS PARA TRIGO E TRITICALE - Safra 2011. Disponível em:<http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/trigo/informacoes_tecnicas_trigo_triticale_safra_2011.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2015.

JANNINK, J. L.; ORF, J. H.; JORDAN, N. R.; SHAW, R. G. et al. Index selection for weed suppressive ability in soybean. **Crop Science**, v. 40, n.4, p. 1087-1094, 2000.

KHAH, E. M.; ROBERTS, E. H.; ELLIS, R. H. Effects of seed ageing on growth and yield of spring wheat at different plant - population densities. **Field Crops Research**, v.20, n.3, p.175-190, 1989.

KNEZEVIC, S. Z.; HORAK, M. J.; VANDERLIP, R. L. Relative time of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) emergence is critical in pigweed-sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] competition. **Weed Science**, v.45, n.4, p.502-508, 1997.

KROPFF, M. J.; SPITTERS, C. J. T. A simple model of crop loss by weed competition from early observations on relative leaf area of weeds. **Weed Research**, v.31, n.2, p.97-105, 1991.

KUTMAN, U. B.; YILDIZ, B.; CAKMAK, I. Effect of nitrogen on uptake, remobilization and partitioning of zinc and iron throughout the development of durum wheat. **Plant and Soil**, v. 342, n. 1-2, p. 149-164, 2011.

LAMEGO, F. P.; RUCHEL, Q.; KASPARY, T. E.; GALLON, M.; BASSO, C. J.; SANTI, A. L. Habilidade competitiva de cultivares de trigo com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.31, n.3, p.521-531, 2013.

LEMERLE, D.; GIL, G.S.; MURPHY, C.E.; WALKER, S.R.; COUSENS, R.D.; MOKHTARI, S.; PELTZER, S.J.; COLEMAN, R.; LUCKETT, D.J. Genetic improvement and agronomy for enhanced wheat competitiveness with weeds. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 52, n. 5, p. 527-548, 2001.

LIAO, M.; PALTA, J. A.; FILLERY, I. R. P. Root characteristics of vigorous wheat improve early nitrogen uptake. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.57, n., p.1097–1107, 2006.

LINDQUIST, J. L.; KROPFF, M. J. Applications of an ecophysiological model for irrigated rice (*Oryza sativa*) - *Echinochloa* competition. **Weed Science**, v.44, n.1, p.52-56, 1996.

LUTMAN, P. J. W.; RISIOTT, R.; OSTERMANN, H. P. Investigations into alternative methods to predict the competitive effects of weeds on crop yields. **Weed Science**, v.44, n.2, p.290-297, 1996.

MARCANDALLI, L. H.; LAZARINI, E.; MALASPINA, I. C. Épocas de aplicação de dessecantes na cultura da soja: qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 2, p. 241 - 250, 2011.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C., VIEIRA, R. D., FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: Conceitos e Testes**. Londrina: ABRATES, cap.3, p.1-24, 1999.

MARCOS FILHO, J. Desenvolvimento (maturação) de sementes In: MARCOS FILHO, J., **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba-SP, Fealq, v.12, 496 p., 2004.

MARTIN, T. N.; SIMIONATTO, C. C.; ORTIZ, P. B. S.; HASTENPFLUG, M.; ZIECHI, M. F.; SOARES, A. B. Fitomorfologia e produção de cultivares de trigo duplo propósito em diferentes manejos de corte e densidades de semeadura. **Ciência Rural**, v. 40, n. 8, p. 1695-1701, 2010.

MASSAROTO, J. A.; REIS, W. P.; SILVA, R. R.; SOARES, A. A. Comportamento de cultivares de trigo sob diferentes doses de adubação para manutenção de plantio no Brasil Central. **Revista Ceres**, v. 54, n. 314, p. 362-366, 2007.

MATYSIAK, K. Influence of trinexapac-ethyl on growth and development of winter wheat. **Journal of Plant Protection Research**, v. 46, n. 2, p. 133-143, 2006.

MELLADO, M. Z.; PEDREROS, A. L. Efecto de herbicidas aplicados durante la madurez del grano de trigo en el rendimiento y calidad del grano. **Agricultura técnica**, v. 65, n. 23, p. 312-318, 2005.

MELO, A. S.; SILVA JÚNIOR, C. D.; FERNADES, P. D.; SOBRAL, L. F.; BRITO, M. E. B. B.; DANTAS, J. D. M. Alterações das características fisiológicas da bananeira sob condições de fertirrigação. **Ciência Rural**, v.39, n. 3, p.733-741, 2009.

MEROTTO JÚNIOR, A.; SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F.; HAVERROTH, H. S. A desuniformidade de emergência reduz o rendimento de grãos de milho. **Ciência Rural**, v.29, n.4, p.595-601, 1999.

MOORE, J.; JETTNER, R. The effect of glyphosate, paraquate and diquat as a crop topping application on the germination of barley. Merredin: **Department of Agriculture and Food**, 2002. 40p. (Crop Updates).

MUNDSTOCK, C.M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre, 1999.

NAKAYAMA, K.; KAMIAY, Y.; KOBAYASHI, M.; ABE, H.; SAKURAI, A. Effects of a plant-growth regulator, prohexadione, on the biosynthesis of gibberellins in cellfree systems derived from immature seeds. **Plant Cell Physiology**, v. 31, n. 8, p. 1183-1190, 1990.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C., VIEIRA, R. D., FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: Conceitos e Testes**. Londrina: ABRATES, cap. 2, p.1-24, 1999.

NORDBY, D. E.; ALDERKS, D. L.; NAFZIGER, E. D. Competitiveness with weeds of soybean cultivars with different maturity and canopy width characteristics. **Weed Technology**, v. 21, n. 4, p. 1082-1088, 2007.

NORRIS, R.F. Case history for weed competition/population ecology: barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in sugarbeets (*Beta vulgaris*). **Weed Technology**, v.6, p.220-227, 1992.

OLIVEIRA NETO, A. M.; CONSTANTIN, J. OLIVEIRA JUNIOR, R.S.; GUERRA, N.; BRAZ, G. B. P.; VILELA, L. M. S.; BOTELHO, L. V. P.; AVILA, L. A. Sistemas de dessecação em áreas de trigo no inverno e atividade residual de herbicidas na soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 12, n. 1, p. 14-22, 2013.

PAGLIOSA, E.E.; BENIN, G.; BIEZUS, E.; BECHE, E.; SILVA, C.L.; MARCHESE, J.A.; MARTIN, T.N. Trinexapac-ethyl e adubação nitrogenada na cultura do trigo. **Planta Daninha**, v. 31, n. 3, p. 623-630, 2013.

PAULA, J.M.; VARGAS, L.; AGOSTINETTO, D.; NOHATTO, M.A. Manejo de *Conyza bonariensis* resistente ao glyphosate. **Planta Daninha**, v.29, n.1, p.217-227, 2011.

PENCKOWSKI, L.H. et al. Influência das condições climáticas no momento da aplicação de herbicidas pós-emergentes sobre a eficácia de controle de nabiça (*Raphanus raphanistrum*) na cultura de trigo. **Planta Daninha**, v.21, n.3, p.435-442, 2003.

PORTUGAL, J. M.; VIDAL, R. A. Níveis econômicos de prejuízos de plantas infestantes nas culturas agrícolas: conceitos, definições e formas de cálculo. **Planta Daninha**, v. 27, n.4, p. 869-877, 2009.

RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 51, n. 1, p. 501-531, 2000.

RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed Ecology**. 2.ed. New York: Wiley, 1997, 588p.

RAJALA, A.; PELTONEN-SAINIO, P. Plant growth regulator effects on spring cereal root and shoot growth. **Agronomy Journal**, v. 5, n. 93, p. 936-943, 2001.

RATKOWSKY, D. A. **Nonlinear regression modeling**: a unified practical approach. New York: Marcel Dekker, p.135-154, 1983.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 4., 2011, Cascavel, PR. **Informações técnicas para Trigo e Triticale - safra 2011**. 2011. 171p.

RIGOLI, R.P.; AGOSTINETTO, D.; SCHAEGLER, C.E.¹; DAL MAGRO, T.; TIRONI, S. Habilidade competitiva relativa do trigo (*Triticum aestivum*) em convivência com azevém (*Lolium multiflorum*) ou nabo (*Raphanus raphanistrum*). **Planta Daninha**, v.26, p.93-100, 2008.

RIGOLI, R.P.; AGOSTINETTO, D.; VAZ DA SILVA, J.M.B.; FONTANA, L.C.; VARGAS, L. Potencial competitivo de cultivares de trigo em função do tempo de emergência. **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 41-47, 2009.

RIZZARDI, M. A.; FLECK, N. G.; AGOSTINETTO, D. Nível de dano econômico como critério para controle de picão-preto em soja. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 273-282, 2003.

RIZZARDI, M. A.; FLECK, N. G. Métodos de quantificação da cobertura foliar da infestação de plantas daninhas e da cultura da soja. **Ciência Rural**, v.34, n.1, p.13-18, 2004.

RODRIGUES, O. et al. **Redutores de crescimento**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. (Circular Técnica, 14).

SANTOS, P. R. R.; VICENTE, D. Momento fisiológico das plantas de trigo para a dessecação e seus efeitos no rendimento de grãos. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, v.2, n.2, p.52-62, 2009.

SAS – Institute Statistical Analysis System. **User's guide**. Version 6. 4.ed. North Caroline: SAS Institute, 1989. 846p.

SHARKEY, T. D.; RASCHKE, K. Effect of light quality on stomatal opening in leaves of *Xanthium strumarium* L. **Plant Physiology**, v. 68, n. 5, p. 1170-1174, 1981.

SILVA, A. C.; FREITAS, F. C.; FERREIRA, R. S. Dessecação pré-colheita de soja e *Brachiaria brizantha* consorciadas com doses reduzidas de graminicida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v. 41, n. 1, p. 37-42, 2006.

SILVA, A.C.; FREITAS, R.S.; FERREIRA, L.R.; FONTES, P.C.R. Acúmulo de macro e micronutrientes por soja e *Brachiaria brizantha* emergida em diferentes épocas. **Planta daninha**, v.27, p.49-56, 2009. FLOSS, E. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê**. 4 ed. Passo Fundo: UPF, 2008. 733p.

- SILVA, T.R.B.; SCHMIDT, R.; SILVA, C.A.T.; NOLLA, A.; FAVERO, F.; POLETINE, J.P. Effect of Trinexapac-ethyl and nitrogen fertilization on wheat growth and yield. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v.9, n.1, p.596-598, 2011.
- SLOANE, D. H. G., GILL, G. S., MCDONALD, G. K. The impact of agronomic manipulation of early vigour in wheat on growth and yield in South Australia. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.55, n., p.645–654, 2004.
- SIMIDU, H. M.; SÁ, M. E.; SOUZA, L. C. D.; ABRANTES, F. L.; SILVA, M. P.; ARF, O. Efeito do adubo verde e época de semeadura sobre a produtividade do feijão, em plantio direto em região do Cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.32, n.2, p.309-315, 2010.
- SOUZA, J.R.P.; VELINI, E.D. Efeitos da cultura da cevada e de períodos de controle sobre o crescimento e produção de sementes de *Raphanus sativus* L. **Planta Daninha**, v.15, p.97-103, 1997.
- SWINTON, S. M.; BUHLER, D. D.; FORCELLA, F.; GUNSOLUS, J. L.; KING, R. P. Estimation of crop yield loss due to interference by multiple weed species. **Weed Science**, v.42, n.1, p.103-109, 1994.
- TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; BENETT, C. G. S. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo irrigado em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 8, p. 797-804, 2010.
- TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. Relationship of seed vigor to crop yield: a review. **Crop Science**, v.31, n., p.816-822, 1991.
- TERASAWA, J. M.; PANOBIANCO, M.; POSSAMAI, E.; KOEHLER, H. S. Antecipação da colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Bragantia**, v. 68, n. 3, p. 765-773, 2009.
- TIRONI, S. P.; GALON, L.; SILVA, A. F.; FIALHO, C. M. T.; ROCHA, P. R. R.; FARIA, A. T.; ASPIAZÚ, I.; FORTE, C. T.; SILVA, A. A.; RADÜNZ, A. L.; Época de emergência de azevém e nabo sobre a habilidade competitiva da cultura da cevada. **Ciência Rural**, v.44, n.9, 2014.
- TOLLENAAR, M.; DIBO, A.A.; AGUILARA, A.; WEISE, S.F.; SWANTON, C.J. Effect of crop density on seed interference in maize. **Agronomy Journal**, v.86, n.4, p.591–595, 1994.
- TRINDADE, M. G.; STONE, L. F.; HEINEMANN, A. B.; CÁNOVAS, A. D.; MOREIRA, J. A. A. Nitrogênio e água como fatores de produtividade do trigo no cerrado. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 10, n. 1, p. 24-29, 2006.
- VALÉRIO, I. P., CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; MACHADO, A. A.; BENIN, G.; SCHEEREN, P. L.; SOUZA, V. Q.; HARTWIG, I. Desenvolvimento de afilhos e componentes do rendimento em genótipos de trigo sob diferentes densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 3, p. 319-326, 2008.

- VANDEVENDER, K.W.; COSTELLHO, T. A.; SMITH JR., R. J. Model of rice (*Oryza sativa*) yield reduction as a function of weed interference. **Weed Science**, v.45, p.218-224, 1997.
- VAZQUEZ, G. H.; CARVALHO, N. M.; BORBA, M. M. Z. Redução na população de plantas sobre a produtividade e a qualidade fisiológica da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p. 1-11, 2008.
- VEIGA, A. D.; FRANCO DA ROSA, S. D. V. F.; SILVA, P. A.; OLIVEIRA, J. A.; ALVIM, P. O.; DINIZ, K. A. Tolerância de semente de soja a dessecação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 773-780, 2007.
- VIDAL, R.A.; SPADER, V.; FLECK, N.G.; MEROTTO JR., A. Nível de dano econômico de *Brachiaria plantaginea* na cultura de milho irrigado. **Planta Daninha**, v.22, p.63-69, 2004.
- VIGANÓ, J.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; FRANCO, F. A.; SCHUSTER, I.; MOTERLE, L. M.; TEXEIRA, L. R. Qualidade fisiológica de sementes de trigo em resposta aos efeitos de anos e épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 86-96, 2010.
- VITTA, J. I.; FERNANDEZ QUINTANILLA, C. Canopy measurements as predictors of weed-crop competition. **Weed Science**, v.44, n.3, p.511-516, 1996.
- ZAGONEL, J.; VENANCIO, W. S.; KUNZ, R. P.; TANAMATI, H. Doses de nitrogênio e densidade de plantas com e sem regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. **Ciência Rural**, v. 32, n.1, p. 25-29, 2002.
- ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Doses e épocas de aplicação de redutor de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 331-339, 2007.
- ZAGONEL, J.; FERNANDEZ, E. C. Densidade de semeadura em trigo. **Cultivar Grandes Culturas**, n. 120, p. 20-23, 2009.
- YENISH, J. P.; DURGAN, B. R.; MILLER, D. W.; WYSE, D. L. Wheat (*Triticum aestivum*) yield reduction, from common milkweed (*Asclepias syriaca*) competition. **Weed Science**, v.45, n.1, p.127-131, 1997.
- YOKOYAMA, L. P.; SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F. Rentabilidade das culturas de milho, soja e trigo em diferentes sistemas de preparo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 75-79, 2002.

ANEXOS

ANEXO A

Resumo da análise de variância, com os quadrados médios, para as variáveis produtividade, número de antécios por espiga (NAE), número de semente por espiga (NSE), peso de mil sementes (PMS) e peso hectolítrico de sementes de trigo em diferentes épocas de semeadura (simultânea 0 e 7 dias após a semeadura (DAS) do trigo) e em competição com nabo e azevém.

Fonte de Variação	GL	Produtividade	NAE	NSE	PMS	PH
Competição (C)	3	598144,6 *	0,755 ^{ns}	3,56 ^{ns}	1,079 ^{ns}	3,643 ^{ns}
Época (E)	1	164289,3 *	0,061 ^{ns}	8,39 ^{ns}	0,169 ^{ns}	6,598 ^{ns}
E x C	3	61925,1 *	0,075 ^{ns}	13,39 ^{ns}	0,407 ^{ns}	0,651 ^{ns}
Resíduo	24	15545,5	0,255	10,17	1,132	2,175
C.V. (%)		11,8	3,6	12,4	3,2	1,9

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Resumo da análise de variância, com os quadrados médios, para as variáveis primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (TF), comprimento de parte aérea e raiz (CPA e CR) de sementes de trigo em diferentes épocas de semeadura (simultânea 0 e 7 dias após a semeadura (DAS) do trigo) e em competição com nabo e azevém.

Fonte de Variação	GL	PCG	G	EA	TF	CPA	CR
Competição (C)	3	165,03 *	54,88 *	20,8 ^{ns}	53,59 *	0,042 *	0,092 ^{ns}
Época (E)	1	1,32 ^{ns}	0,38 ^{ns}	2,53 ^{ns}	4,13 ^{ns}	0,013 ^{ns}	0,194 ^{ns}
E x C	3	23,34 ^{ns}	4,92 ^{ns}	49,43 ^{ns}	4,2 ^{ns}	0,029 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Resíduo	24	25,04	9,5	23,79	8,23	0,014	0,071
C.V. (%)		6,6	3,4	6,1	3,2	4,4	4,2

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

ANEXO B

Resumo da análise de variância, com os quadrados médios, para as variáveis primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), teste de frio (TF), envelhecimento acelerado (EA), comprimento de parte aérea e raiz (CPA e CR) de sementes de duas cultivares de trigo, obtidos de plantas sob a ação de diferentes herbicidas em duas épocas de aplicação.

Fonte de Variação	GL	PCG	G	TF	EA	CPA	CR
Época (E)	1	2816,7 *	5046,0 *	1846,3 *	1725,5 *	36,1 *	219,3 *
Herbicida (H)	5	846,5 *	2302,3 *	1237,0 *	735,7 *	5,3 *	106,6 *
Cultivar (C)	1	376,0 *	2904,0 *	8,8 ^{ns}	2893,0 *	2,1 ^{ns}	10,3 *
E x H	5	683,8 *	2129,9 *	995,7 *	791,0 *	7,6 *	76,1 *
C x H	5	282,9 *	266,3 *	242,2 *	161,0 *	0,26 ^{ns}	3,7 ^{ns}
E x C	1	1027,0 *	2262,0 *	319,0 *	341,3 *	7,3 *	14,0 *
E x C x H	5	77,3 ^{ns}	144,5 *	196,0 *	95,1 *	0,78 ^{ns}	3,0 ^{ns}
Resíduo	72	34,7	48,2	12,1	29,0	0,89	1,6
C. V. (%)		12,5	9,4	4,1	16,6	11,4	10,2

GL: Graus de liberdade, * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Resumo da análise de variância, com os quadrados médios, para as variáveis número de antécios por espiga (NAE), número de sementes por espiga (NSE), produtividade de sementes (PS), peso de mil sementes (PMS) e peso hectolítrico (PH) de sementes de duas cultivares de trigo, obtidos de plantas sob a ação de diferentes herbicidas em duas épocas de aplicação.

Fonte de Variação	GL	NAE	NSE	PS	PMS	PH
Época (E)	1	3,01 ^{ns}	24,0 ^{ns}	24,0 ^{ns}	79,8 *	48,7 *
Herbicida (H)	5	0,39 ^{ns}	13,0 ^{ns}	37,2 ^{ns}	16,4 *	13,2 *
Cultivar (C)	1	0,51 ^{ns}	73,5 *	71,4 ^{ns}	29,2 *	36,8 *
E x H	5	0,59 ^{ns}	6,1 ^{ns}	27,4 ^{ns}	11,5 *	14,9 *
C x H	5	1,14 ^{ns}	11,6 ^{ns}	47,0 ^{ns}	1,2 ^{ns}	1,4 ^{ns}
E x C	1	0,01 ^{ns}	2,7 ^{ns}	1,3 ^{ns}	0,03 ^{ns}	11,0 *
E x C x H	5	0,64 ^{ns}	10,3 ^{ns}	30,4 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,39 ^{ns}
Resíduo	72	0,98	16,4	36,9	1,49	0,62
C. V. (%)		6,7	13,0	12,7	4,2	1,0

GL: Graus de liberdade, * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

ANEXO C

Resumo da análise de variância, com os quadrados médios, para as variáveis primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), de sementes de trigo após a aplicação de doses de nitrogênio e trinexapac-ethyl e em competição com nabo.

Fonte de Variação	GL	PCG	G	EA	TF	CPA	CR
Competição (C)	1	276,4 *	264,1 *	126,6 *	121,0 *	0,29 *	0,11 ^{ns}
Dose (D)	3	81,5 *	110,1 *	323,7 *	91,6 *	0,17 *	0,19 *
Aplicação (A)	1	78,7 *	30,3 *	22,6 ^{ns}	12,3 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,02 ^{ns}
C x D	3	86,7 *	79,0 *	160,7 *	42,0 *	0,07 ^{ns}	0,36 *
A x D	3	85,3 *	68,6 *	4,6 ^{ns}	129,9 *	0,02 ^{ns}	0,08 ^{ns}
C x A	1	0,39 ^{ns}	4,0 ^{ns}	18,1 ^{ns}	42,3 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,02 ^{ns}
C x A x D	3	12,6 ^{ns}	15,3 ^{ns}	4,4 ^{ns}	116,2 *	0,04 ^{ns}	0,07 ^{ns}
Resíduo	48	8,2	7,1	8,3	11,5	0,04	0,07
C. V. (%)		3,9	3,4	4,2	4,2	7	3,6

GL: Graus de liberdade, * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Resumo da análise de variância, com os quadrados médios, para as variáveis produtividade de sementes (PS), índice de colheita (IC), produtividade biológica (PB), número de antécios por espiga (NAE), número de sementes por espiga (NSE), peso hectolítrico (PH) e peso de mil sementes (PMS) em plantas e sementes de trigo após a aplicação de doses de nitrogênio e trinexapac-ethyl e em competição com nabo.

Fonte de Variação	GL	PS	IC	PB	NAE	NSE	PH	PMS
Competição (C)	1	17019,2 ^{ns}	29,8 ^{ns}	405941,9 ^{ns}	1,9 ^{ns}	20,3 *	10,13 *	37,60 *
Dose (D)	3	3654193,0 *	218,0 *	5,0x10 ⁷ *	7,2 *	57,5 *	1,69 *	5,48 *
Aplicação (A)	1	207,4 ^{ns}	50,4 ^{ns}	22726,2 ^{ns}	0,02 ^{ns}	10,6 ^{ns}	4,94 *	42,91 *
C x D	3	208752,2 *	130,4 *	1883291,0 *	1,2 ^{ns}	7,8 ^{ns}	2,15 *	4,23 *
A x D	3	57787,9 ^{ns}	94,0 *	1083002,0 *	1,3 ^{ns}	15,8 *	8,23 *	8,55 *
C x A	1	5380,6 ^{ns}	41,1 ^{ns}	216746,6 ^{ns}	0,77 ^{ns}	16,0 ^{ns}	1,44 *	10,82 *
C x A x D	3	38778,7 ^{ns}	64,9 ^{ns}	897704,8 ^{ns}	0,10 ^{ns}	1,3 ^{ns}	1,01 *	2,61 ^{ns}
Resíduo	48	31795,8	30,4	332638	0,7	4,2	0,33	1,24
C. V. (%)		11,7	14,3	9,8	7,3	10,1	0,79	3,17

GL: Graus de liberdade, * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.